

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Katedra fyzické geografie a geoekologie



Mgr. Katarína Demková

Hodnotenie a zmeny v rozšírení nelesnej drevinovej vegetácie v krajine

Evaluation and changes in the extent of non-forest woody vegetation
in landscape

Dizertačná práca

Školiteľ: Doc. RNDr. Zdeněk Lipský, CSc.

Praha, 2015

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som dizertačnú prácu vypracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje a literatúru. Táto práca ani jej podstatná časť nebola predložená k získaniu iného alebo rovnakého akademického titulu.

V Prahe, 28.2.2015

.....

PodĎakovanie

Pri tejto príležitosti sa chcem poďakovať Doc. RNDr. Zdeňkovi Lipskému, CSc. za odborné vedenie dizertačnej práce, za poskytnutie potrebných materiálov, ako aj za cenné rady a pripomienky. Moja vďaka patrí tiež RNDr. Tomášovi Chumanovi, Ph.D., RNDr. Dušanovi Romportlovi, Ph.D., RNDr. Martinovi Haisovi, Ph.D., Mgr. Petrovi Midovi a Mgr. Alene Borskej za ich odbornú pomoc a ochotu odpovedať na moje dotazy. Osobitná vďaka patrí správam CHKO Biele a Biele Karpaty (Ing. Vladimír Mertan, Mgr. Sylva Mertanová, RNDr. Katarína Rajcová, Ing. Ivana Jongepierová), Obecnému úradu Vrbovce, SAŽP (Ing. Jozef Nováček), VÚPOP (Ing. Pavol Bezák), Slovenskej platobnej agentúre (Ing. Želmíra Milková), Ing. Dobromilovi Galvánkovi, Mgr. Kataríne Devánovej za poskytnutie dát a informácií a mnohým ďalším, ktorí mi podali pomocnú ruku. Za finančnú podporu pri spracovaní dizertačnej práce sa chcem poďakovať GA UK (253378) a MŠMT (2B06013). V neposlednom rade ďakujem svojim najbližším za nekonečnú trpezlivosť a podporu.

ABSTRACT

Non-forest woody vegetation is an important landscape feature of agricultural/rural landscape. Ph.D. thesis deals with evaluation of current state of non-forest woody vegetation, historical development and changes in configuration and composition in landscape. Non-forest woody vegetation was investigated in two physical-geographical different model areas (Kutnohorsko Region and White Carpathians). The thesis is based on own data collected in the field and digitized on historical aerial photos and current ortho-photos. After that, data were analyzed in relation to natural conditions and changes of landscape structure since 50s of 20th century until present. Comparing both model areas, assumed differences in character of non-forest woody vegetation, species composition, dominated type as well as relation to habitats/locations were confirmed. However, rapid changes of landscape structure in the last 60 years were caused by the same driving forces such as re-allotment, mechanization and intensification of agriculture. After 1989, processes such extensification of agriculture and land abandonment played the main role in landscape, especially in mountain regions.

The second aim of the Ph.D. thesis was to identify changes in spatial configuration of non-forest woody vegetation in two physical-geographical similar model areas (in White Carpathians), which were a part of one state until 1993, and identify causes of these changes. Present landscape structure as well as character and spatial configuration of non-forest woody vegetation reflect different subsidy politics in nature and landscape conservation or environmental protection as well as different socio-economic conditions of both model areas. One of the current phenomenon which influences landscape structure and landscape character as well is land abandonment typical for mountain regions.

Results are elaborated separately for each study area (Kutnohorsko, Biele Karpaty). The comparison of them is the last part of the Ph.D. thesis.

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. CIELE.....	7
3. ŠTRUKTÚRA PRÁCE	8
4. TEORETICKÉ ZÁKLADY PROBLEMATIKY NELESNEJ DREVINOVEJ VEGETÁCIE V KRAJINE.....	9
4.1. KRAJINNÁ ŠTRUKTÚRA	9
4.2. NELESNÁ DREVINOVÁ VEGETÁCIA.....	12
4.2.1. Typy nelesnej drevinovej vegetácie	12
4.2.2. Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine.....	16
4.2.3. Vzťah nelesnej drevinovej vegetácie ku krajinnému rázu.....	18
4.2.4. Vzťah nelesnej drevinovej vegetácie k historickým krajinným štruktúram.....	18
4.2.5. Legislatívna ochrana nelesnej drevinovej vegetácie	19
4.2.6. Starostlivosť o dreviny, resp. nelesnú drevinovú vegetáciu.....	20
4.2.7. Historický vývoj nelesnej drevinovej vegetácie.....	22
4.2.8. Metodické prístupy k hodnoteniu nelesnej drevinovej vegetácie v krajine.....	23
5. METODICKÉ POSTUPY DIZERTAČNEJ PRÁCE	26
5.1. ZBER DÁT	26
5.2. SPRACOVANIE DÁT	27
6. POUŽITÁ LITERATÚRA.....	28
7. ČLÁNKY	34
7.1. ROZPTÝLENÁ ZELEŇ V KRAJINĚ NOVODVORSKA A ŽEHUŠICKA.....	34
7.2. CHANGES IN THE EXTENT OF NON-FOREST WOODY VEGETATION IN THE LOWLAND OF NOVODVORSKO AND ŽEHUŠICKO REGION (CENTRAL BOHEMIA, CZECH REPUBLIC)	48
7.3. ZMĚNY V NELESNÍ DŘEVINNÉ VEGETACI V JIHOZÁPADNÍ ČÁSTI BÍLÝCH KARPAT V LETECH 1949–2011	62
7.4. CLASSIFICATION OF THE NON-FOREST WOODY VEGETATION AND ITS RELATION TO HABITAT CONDITIONS: CASE STUDY FROM WHITE CARPATHIANS (WESTERN SLOVAKIA).....	81
7.5. A CROSS-BORDER COMPARISON OF LANDSCAPE STRUCTURE CHANGE IN CENTRAL EUROPE DUE TO POLITICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE LAST 65 YEARS.....	95
8. ZHRNUTIE VÝSLEDKOV A ZÁVER	112
9. POUŽITÁ LITERATÚRA.....	119
10. PRÍLOHY	120

1. ÚVOD

V 20. storočí nastali v Európe výrazné zmeny krajinskej štruktúry spôsobené intenzifikáciou a mechanizáciou poľnohospodárskej výroby. Pestrou krajinnou mozaikou, ktorá sa vyznačovala vysokou heterogenitou, nahradila monotónna krajina širokých lánov polí. Zmeny v priestorovom usporiadaní jednotlivých krajinných zložiek a prvkov majú za následok zmeny v energeticko-materiálnych tokoch, pokles biodiverzity, ekologickej stability a potlačenie polyfunkčného charakteru krajiny.

Významnou zložkou vidieckej krajiny, ktorá zastáva dôležité funkcie, je nelesná drevinová vegetácia alebo rozptýlená zeleň. Význam drevinových porastov či solitérov vo voľnej krajine vedeli oceniť už naši predkovia, ktorí ich využívali nielen ako zdroj dreva, kvetov či plodov, ale aj ako ochranný prostriedok pred vetrom, slnkom, požiarom či eróziou, ako miesto odpočinku, estetický doplnok či orientačný prvok v krajine. V súčasnej krajine má nelesná drevinová vegetácia zásadný význam pre organizmy žijúce v poľnohospodárskej krajine. Poskytuje im úkryt, potravu, slúži ako koridor a zdroj prirodzenej obnovy drevín. Má ekostabilizačný účinok, spoluvytvára krajinný ráz a pozitívne vplýva na ľudí.

V strednej Európe bola nelesná drevinová vegetácia v priebehu 2. polovice 20. storočia väčšinou likvidovaná z dôvodu sceľovania pozemkov a intenzifikácie poľnohospodárskej výroby. Výsledkom sú nielen značné úbytky drevinových porastov voľne sa vyskytujúcich v krajine a s tým spojené ekologické problémy ako erózia či pokles biodiverzity, ale aj zmena vzťahu človeka k tejto vegetácii a "likvidácia" (potlačenie) pocitu povinnosti starať sa o ňu. Na druhej strane dochádzalo k spontánnemu nárastu drevín na plochách, ktoré sa prestali obrábať z dôvodu zlej dostupnosti. Tým sa spočiatku kompenzoval úbytok spôsobený zámernou likvidáciou. Postupne sa z nich však sformovali súvislé lesné porasty.

Od 80. rokov minulého storočia sa problematikou ochrany nelesnej drevinovej vegetácie začala zaoberať odborná verejnosť, ktorá si uvedomovala jednak význam rozptýlenej zelene, ako aj dôsledky jej markantného úbytku v krajine. Už vtedy odborníci volali po účinnom nástroji na ochranu tohto polyfunkčného krajinného prvku. V súčasnosti sa termín nelesná drevinová vegetácia používa v územnom a krajinnom plánovaní a odbornej literatúre zaoberajúcej sa tvorbou a ochranou krajiny či životným prostredím. Súčasná ochrana je zabezpečená nástrojmi všeobecnej ochrany prírody a krajiny a implementovanými európskymi normami týkajúcimi sa správnej poľnohospodárskej praxe v súlade s ochranou životného prostredia. Problémom však stále zostáva starostlivosť o túto vegetáciu a jej nedostatočné množstvo či podielové zastúpenie najmä v intenzívne využívaných územiach a kvalita. Mnohé zo súčasných porastov dožívajú a zabezpečenie ich náhrady nie je často ani v záujme vlastníkov pozemkov. Z toho vyplýva potreba inventarizácie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine, zberu informácií o jej aktuálnom stave, význame a nutnosti manažmentového zásahu. Na základe evidencie by bolo možné stanoviť spôsob starostlivosti, manažmentové opatrenia. Evidencia na celoštátnej úrovni chýba v Českej i Slovenskej republike na rozdiel od Veľkej Británie, kde je podobný prieskum bežnou súčasťou dokumentu "Countryside survey" čiže prieskumu stavu životného prostredia vidieka.

Predložená dizertačná práca prináša návrh jednotnej dokumentácie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine a informácie o súčasnom stave z dvoch mapovaných území. Prispieva k poznaniu vzťahu nelesnej drevinovej vegetácie k fyzicko-geografickým, príp. sociálno-ekonomickým podmienkam a k poznaniu historických zmien jej priestorového usporiadania, tiež v súvislosti s manažmentovými opatreniami pozemkov a poskytovanými dotáciami.

2. CIELE

Hlavným cieľom dizertačnej práce je hodnotenie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine z krajinnno-ekologického hľadiska a porovnanie dvoch fyzicko-geograficky odlišných území:

- Kutnohorsko – oblasť Novodvorska a Žehušicka charakterizovaná rovinatým reliéfom v údolných nivách dvoch regionálne významných riek s intenzívne poľnohospodársky využívanou krajinou (prevaha ornej pôdy);
- Biele Karpaty – členitá vrchovina s prevahou extenzívnych foriem hospodárenia (lúky, pasienky) a charakteristickým rozptýleným osídlením.

V rámci Bielych Karpát bola porovnaná nelesná drevinová vegetácia na slovenskej a českej strane ako dvoch relatívne homogénnych území z fyzicko-geografického pohľadu.

Ďalšími dôvodmi výberu území bolo nadviazanie na prebiehajúci výskumný projekt na Kutnohorsku (2B06013), predošlý vlastný výskum v oblasti Bielych Karpát a existujúca informačná základňa a kontakty, ktoré bolo možné pri spracovaní dizertačnej práce využiť. Významným rozhodujúcim faktorom bola tiež dostupnosť výskumných území a možnosť finančného krytia výskumu (v prípade Kutnohorska).

K naplneniu hlavného cieľa vedú nasledujúce čiastkové úlohy:

- návrh metodického postupu mapovania nelesnej drevinovej vegetácie, ktorý je možné využiť pri evidencii nelesnej drevinovej vegetácie;
- zhodnotenie aktuálneho stavu nelesnej drevinovej vegetácie v dvoch odlišných územiach (Kutnohorsko, Biele Karpaty);
- analýza väzby nelesnej drevinovej vegetácie na prírodné (fyzicko-geografické) a sociálno-ekonomické podmienky územia;
- zhodnotenie historického vývoja nelesnej drevinovej vegetácie od roku 1949 až do súčasnosti využitím krajinných metrík;
- zhodnotenie možnosti vplyvu a využitia dotačných politík Českej a Slovenskej republiky v oblasti ochrany prírody a krajiny a životného prostredia na vývoj a aktuálny stav zastúpenia nelesnej drevinovej vegetácie v krajine.

Pracovné hypotézy:

1. existuje rozdiel medzi záujmovými územiami (Kutnohorsko, Biele Karpaty) v plošnom zastúpení a charaktere nelesnej drevinovej vegetácie;
2. rozdiely v plošnom zastúpení a charaktere nelesnej drevinovej vegetácie sú spôsobené rozdielnymi fyzicko-geografickými podmienkami území a rozdielnym historickým vývojom;
3. existuje väzba nelesnej drevinovej vegetácie na prírodné, príp. sociálno-ekonomické podmienky územia;
4. územia v Bielych Karpatoch sa líšia vo vývoji priestorového rozmiestnenia nelesnej drevinovej vegetácie v čase.

3. ŠTRUKTÚRA PRÁCE

Dizertačná práca je zostavená ako kompilát článkov a rukopisov. Po uvedení do problematiky nelesnej drevinovej vegetácie po teoretickej stránke a z hľadiska metodických prístupov k tejto tematike nasleduje stručná charakteristika metód použitých v práci a samotné články. Autorský podiel na jednotlivých článkoch zobrazuje Tab. 1. V závere sú zhrnuté dosiahnuté výsledky.

Tab. 1 Prehľad článkov dizertácie

Č.	Názov článku	Databáza	Podiel (%)
1.	DEM KOVÁ, K., LIPSKÝ, Z. (2012): Rozptýlená zeleň v krajine Novodvorska a Žehušicka. <i>Acta Pruhoniana</i> , 101, s. 51–59	RVV	80
2.	DEM KOVÁ, K., LIPSKÝ, Z. (2013): Changes in the extent of non-forest woody vegetation in the lowland of Novodvorsko and Žehušicko region (Central Bohemia, Czech Republic). <i>AUC Geographica</i> , 48 (1), s. 5–13	SCOPUS	80
3.	DEM KOVÁ, K., LIPSKÝ, Z. (2015): Změny nelesní dřevinné vegetace v jihozápadní části Bílých Karpat. <i>Geografie – Sborník ČGS</i> , 120 (1), s. xx-xx	IF (2013): 0,400	80
4.	DEM KOVÁ, K., MIDA, P. (2014): Classification of the non-forest woody vegetation and its relation to environmental conditions: case study from the White Carpathians (Western Slovakia). <i>Polish Journal of Ecology</i> , 62 (3), s. 401–412	IF (2013): 0,554	60
5.	DEM KOVÁ, K., EDWARDS, M., HAIS, M. (<i>in rev.</i>): A cross-border comparison of landscape structure change in Central Europe due to political and economic development in the last 65 years. <i>Regional Environmental Change</i>	IF (2013): 2,260	80

Prvý článok prináša výsledky z terénneho mapovania NDV v záujmovom území Kačina, ktoré bolo predmetom riešenia 5-ročného výskumného projektu MŠMT 2B06013. Územie projektu je asi o 50 km² väčšie ako územie riešené v rámci dizertačnej práce.

Druhý článok sa zaoberá historickými zmenami priestorového usporiadania nelesnej drevinovej vegetácie a jej vzťahmi k vybraným prírodným a sociálno-ekonomickým podmienkam.

Tretí článok sa venuje nelesnej drevinovej vegetácii v Bielych Karpatoch, a to z pohľadu aktuálneho stavu (výsledky z terénneho mapovania), jej vzťahu k vybraným prírodným a sociálno-ekonomickým podmienkam a historického vývoja jej zastúpenia v krajine.

Štvrtý článok prináša klasifikáciu nelesnej drevinovej vegetácie na základe charakteristík mapovaných v teréne a hľadanie väzby výsledných tried k stanovištným podmienkam.

Posledný článok porovnáva historické zmeny v zastúpení NDV na českej a slovenskej strane Bielych Karpát. Dosiahnuté výsledky diskutuje v kontexte s manažmentovými zmenami, ktoré vyplývali z politicko-spoločenského vývoja v priebehu posledných 60 rokov.

4. TEORETICKÉ ZÁKLADY PROBLEMATIKY NELESNEJ DREVINOVEJ VEGETÁCIE V KRAJINE

4.1. KRAJINNÁ ŠTRUKTÚRA

Slovo *krajina* má veľmi širokú obsahovú náplň. V závislosti od odborného zamerania si tento termín inak vysvetľuje prírodovedec či historik, poľnohospodár či architekt, umelec či ekonóm. Celkom odlišne vníma krajinu laická verejnosť.

Miklós, Izakovičová (1997) definuje krajinu ako geosystém čiže funkčný a dynamický celok priestoru, polohy, georeliéfu a všetkých prírodných a človekom vytvorených hmotných prvkov geografickej sféry ako geologický podklad, pôdotvorný substrát, vodstvo, rastlinstvo a živočíšstvo, výtvary a produkty človeka, ich atribúty a vzájomné vzťahy (geografický prístup). Zjednodušene povedané, krajina predstavuje súbor prvkov geografickej sféry a ich vzájomných vzťahov. Podobne definuje krajinu zákon č. 114/1992 Sb., o ochrane prírody a krajiny: "*Krajina je časť zemského povrchu s charakteristickým reliéfom, tvorená súborom funkčne prepojených ekosystémov a civilizačných prvkov*" (§ 3, písm. k).

Forman a Godron (1993) vysvetľujú krajinu ako heterogénnu časť zemského povrchu, zloženú zo špecifickej sústavy vzájomne sa ovplyvňujúcich ekosystémov, ktorý sa v danej časti povrchu opakuje v podobných formách (krajinnno-ekologický prístup). Krajinu a jej vývoj chápu ako výsledok štyroch prírodných procesov – geomorfológia reliéfu v interakcii s klímou, osídlenie krajiny jednotlivými organizmami, vývoj pôdy a disturbancie, ktoré narušujú prirodzený vývoj krajiny.

Lipský (1998) vníma krajinu ako otvorený systém povrchu formovaný všetkými faktormi – abiotickými, biotickými a antropogénnymi (ekosystémový prístup). Toto chápanie krajiny vedie k zdôrazneniu funkčnej kontinuity krajinného priestoru, čo znamená, že každý lokálny zásah môže podstatne ovplyvniť vlastnosti celej krajiny v priestore i čase.

Pre zjednodušenie zložitého krajinného systému sa používa metóda hodnotenia *krajinnej štruktúry* (Kozová a kol. 2010). Štruktúra znamená usporiadanie (spôsob, charakter usporiadania, zloženie). Podľa genézy, fyzického charakteru a vzťahu k využívaniu krajiny človekom možno štruktúru krajiny členiť na tri subštruktúry (Miklós, Izakovičová 1997; Supuka a kol. 1999; Kozová a kol. 2010):

- a. *primárna* (prvotná, pôvodná) – zahŕňa prírodné zložky krajiny (abiotické – geologický podklad a substrát, reliéf, pôdy, vodstvo, ovzdušie a biotické – pôvodná vegetácia, ktorá prakticky už v našich podmienkach neexistuje, preto sa nahrádza potenciálnou prirodzenou vegetáciou);
- b. *sekundárna* (druhotná, súčasná) – súbor hmotných človekom ovplyvnených prirodzených alebo novovytvorených dynamických systémov čiže súbor prvkov využitia pôdy/zeme (land use) a materiálnych výtvarov človeka, súhrnne sa označuje tiež termínom land cover (v rámci tejto štruktúry sa skúma reálna vegetácia, biotopy živočíšstva, využitie zeme, technicko-urbanistické štruktúry (Hradecký, Buzek 2001));
- c. *terciárna* – súbor nehmotných prvkov a javov charakteru záujmov, prejavov jednotlivých odvetví v krajine, tzv. sociálno-ekonomické javy, ktoré sú priestorovým vyjadrením záujmov spoločnosti v krajine, napr. hranice chránených území, administratívne hranice, ochranné pásma atď.

Takéto poňatie krajinnej štruktúry sa uplatňuje napr. v metóde krajinno-ekologického plánovania LANDEP (Ružička, Miklós 1982; Ružička 2000), medzinárodne uznávanej metodiky krajinného plánovania, ktorej cieľom je vypracovanie krajinno-ekologicky optimálneho priestorového usporiadania a funkčného využitia územia.

Štruktúru krajiny vysvetľuje Forman a Godron (1993) ako priestorové vzťahy medzi zastúpenými ekosystémami či zložkami (elementmi), presnejšie ako rozloženie energie, látok a druhov organizmov vo vzťahu k veľkosti, tvaru, počtu, usporiadaniu, spojitosti a kvalite krajinných zložiek a ekosystémov. Za základné, relatívne homogénne ekologické prvky či jednotky na zemi považujú krajinné zložky, či už prírodného alebo antropogénneho pôvodu. Ružička et al. (1978) hovorí o štruktúre krajiny v dvoch úrovniach. Jednotky vo vnútri krajiny, určené fyzikálnym či prírodným prostredím, nazýva krajinnými zložkami a vrstvy na nich, ktoré sú určené ľudskými vplyvmi, nazýva krajinnými prvkami. Krajinný prvok či element podľa Zonnenvelda (1995) predstavuje časť (zložku) krajiny, ktorú možno samu o sebe považovať za krajinu (napr. vodný tok, skala, skupina stromov, pole, usadlosť).

Krajinná ekológia rozlišuje tri skladobné časti krajiny (krajinné zložky) podľa priestorovo-funkčných kritérií (Forman, Godron 1993):

- a. krajinná matrica – plošne najrozsiahlejšia a najviac spojená krajinná zložka, hrá dominantnú rolu v krajine, jej fungovaní a riadení, určovaní dynamiky;
- b. krajinné plôšky (enklávy) – plošná časť krajiny, ktorá sa svojim vzhľadom líši od okolia, vyznačujú sa rozmanitosťou tvarov, veľkosti, pôvodu, ostrosťou hraníc, vekom či dynamikou vývoja;
- c. krajinné koridory – lineárna krajinná zložka so špecifickými funkciami v krajine (usmernenie pohybu, bariérový efekt, prepojenie krajinných enkláv, útočisko), líšia sa veľkosťou (dĺžka, šírka), pôvodom a významom.

Koridory sa v krajine spájajú a vytvárajú siete, ktoré obklopujú ostatné krajinné zložky (Forman, Godron 1993). Z hľadiska štruktúry patrí medzi dôležité charakteristiky siete typ spojenia jednotlivých línií (priesečníky nazývame uzly), výskyt a veľkosť medzier v sieti, veľkosť oka siete (veľkosť krajinnej zložky uzavretej v sieti).

Pri hodnotení krajinnej štruktúry je dôležité stanoviť si mierku, resp. rozlišovaciu schopnosť, v akej bude hodnotenie prebiehať. Krajinné zložky môžu byť hierarchicky usporiadané, čo znamená, že zložky vyššej hierarchickej úrovne môžu vzniknúť kombináciou zložiek nižších. Ďalším významným aspektom je ich rozmiestnenie v priestore a vzájomná previazanosť, tzv. konfigurácia zložiek (zhluky, pravidelná sieť, pásy atď.). V tomto kontexte sa rozlišuje mikroheterogenita a makroheterogenita. Mikroheterogenitu možno vysvetliť ako súbor jednotlivých typov krajinných zložiek, ktoré sa v danom území opakuje (napr. mozaika živých plotov v Anglicku či Bretónsku, zhluky drevín v suchej savane). Makroheterogenita znamená, že sa súbor krajinných zložiek v jednotlivých častiach záujmového územia výrazne odlišuje (napr. krajinné zložky v údolí, na svahoch, chrbtoch a vrcholoch horských krajín) (Forman, Godron 1993).

Celková krajinná štruktúra je výsledkom spôsobu priestorového rozmiestnenia, usporiadania krajinných zložiek (matrice, plôšok a koridorov), ktoré tvoria určitú mozaiku. Usporiadanie krajinných zložiek sa tiež často označuje termínom "pattern". Krajinnú štruktúru možno hodnotiť pomocou viacerých charakteristík:

- pórovitosť – hustota plôšok určitého typu;
- mozaikovitosť – hustota plôšok všetkých typov;

- kontrast – stupeň ekologickej rozdielnosti a náhlosti prechodu medzi dvoma odlišnými krajinnými zložkami;
- konektivita – prepojenosť jednotlivých zložiek v krajine, často formou koridorov;
- zrornosť krajiny – daná veľkosťou krajinných zložiek;
- krajinná diverzita – rozmanitosť krajinných zložiek (ekosystémov, subsystémov a typov krajiny).

V súčasnosti veľmi často skloňovaným procesom v krajine, ktorý ovplyvňuje charakter krajinej štruktúry a podmienky pre existenciu organizmov, je fragmentácia. Na jednej strane dochádza k zvyšovaniu heterogenity krajiny, avšak súčasne môže ohrozovať existenciu niektorých druhov a znižovať jej biodiverzitu (Sklenička 2003). Fragmentácia je často sprevádzaná izolovanosťou jednotlivých plôch v dôsledku existencie mnohých bariér (Lipský 1998).

Štúdium krajinej štruktúry je dôležité, pretože má rozhodujúci vplyv na fungovanie krajiny. Akákoľvek zmena v priestorovej organizácii krajinných zložiek má za následok zmenu priebehu energeticko-materiálových tokov v krajine, a tým i zmenu jej priechodnosti či obývateľnosti (pre všetky organizmy vrátane človeka). Na hodnotenie heterogenity krajiny v kontexte s jej fungovaním boli vyvinuté mnohé kvantitatívne indexy či krajinné metriky, ktoré hlbšie rozpracovali napr. Gustafson, Parker (1992); Forman, Godron (1993); McGarigal, Marks (1994); Botequilha-Leitão et al. (2006).

Významným krajinným i krajino tvorným prvkom je nelesná drevinová vegetácia (Obr. 1), ktorá sa stala charakteristickým rysom mnohých európskych krajín (Burel, Baudry 1995; Meeus 1995). V atlantickej západnej Európe tvoria živé ploty špecifický typ krajiny „*bocage*“, početné stromové solitéry na poľnohospodárskej pôde charakterizujú zase krajinný typ „*montados*“ či „*dehesa*“ na Pyrenejskom polostrove (Meeus 1995, Baudry et al. 2000; McCollin 2000; Plieninger et al. 2006). V podmienkach strednej a východnej Európy sú podobné krajiny v súčasnej dobe skôr vzácnosťou (Riezner 2008).

Obr. 1 Nelesná drevinová vegetácia ako významný krajinný prvok (Biele Karpaty)



Autor: K. Demková

4.2. NELESNÁ DREVINOVÁ VEGETÁCIA

Nelesná drevinová vegetácia (tiež *rozptýlená zeleň*) predstavuje trvalé porasty drevín vrátane bylinného poschodia, ktoré nie sú lesom, poľnohospodárskou kultúrou ani súčasťou zelene intravilánu sídel alebo inej zástavby v krajine (Bulíř 1981; Mareček 2005). Zahŕňa prírodné prvky vegetácie vzniknuté spontánnou cestou i umelo založené vegetačné útvary (Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994). V staršej odbornej literatúre sa môžeme stretnúť s označením nelesná alebo mimolesná, krajinná, roztrúsená či vysoká zeleň. V novšej literatúre sa uvádza tiež termín drevinové vegetačné prvky (Kolařík a kol. 2003) alebo nelesná stromová a krovinná vegetácia (Múdry 1990; Miklós, Izakovičová 1997). V tejto práci sa používa termín nelesná drevinová vegetácia (skratka NDV), ktorý považuje autorka na základe vyššie uvedenej definície za najvýstižnejší a najpresnejší.

V slovenskom i českom zákone o ochrane prírody a krajiny (zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny a zákon č. 114/1992 Sb., o ochrane prírody a krajiny) sa používa termín *dreviny rastúce mimo lesa*, ktorý definuje ako „strom alebo ker rastúci jednotlivo alebo v skupinách mimo lesného pôdneho fondu“ (§ 2, ods. 2, písm. m zákona č. 543/2002 Z. z.; § 3, ods. 1, písm. g zákona č. 114/1992 Sb.). Podobne znie označenie podľa FAO (2001): „trees outside forests“ (stromy, v zmysle dreviny, mimo lesa), avšak táto definícia zahŕňa plochy drevín do 0,5 ha vrátane stromov rastúcich v zastavaných plochách, parkoch a záhradách (ktoré sa za NDV nepovažujú).

Z historického hľadiska sa NDV v krajine formovala tromi spôsobmi (Trnka 2001; Sklenička 2003):

1. ústupom lesov – NDV môže byť pozostatkom pôvodných lesných spoločenstiev na plochách nevhodných pre poľnohospodárske využitie;
2. prirodzeným šírením – náletom lesných a iných drevín mimo lesné porasty a zástavbu na opustené nevyužívané plochy;
3. vedomým šírením človekom – výsadba alebo výsev.

V zahraničnej literatúre sa autori venujú rôznym formám nelesnej drevinovej vegetácie. Problematikou líniových prvkov – živých plotov („hedges“, „hedgerows“) sa zaoberajú v Anglicku či Francúzsku (Pollard et al. 1974; Forman, Baudry 1984; Burel, Baudry 1990; Mérot 1999; Oreszczyn, Lane 1999; McCollin 2000; Barr, Petit 2001; French, Cummins 2001; Ernoult, Alard 2011 atď.), vetrolamov napr. Ryszkowski, Kedziora (2007) v Poľsku, Kristensen, Caspersen (2002) v Dánsku. Rozptýlené dreviny („scattered trees“) sú predmetom štúdií autorských kolektívov Manning et al. (2006); Gibbons et al. (2008). Kleinn (2000); Plieninger et al. (2004, 2012); Plieninger (2012) sa venujú stromom (drevinám) rastúcim mimo lesa („trees outside forests“ alebo „farm trees“), ktoré chápu v rovnakom význame ako český či slovenský zákon o ochrane prírody a krajiny.

Zlomovým obdobím bohatým na publikovanie vedomostí a výskumov o NDV boli roky 2000-2001, kedy sa konali jednak domáce konferencie orientujúce sa na túto problematiku – Obnova líniovej zelene v krajine (2000) a Obnova plošnej a bodovej zelene v krajine (2001) v Brne a tiež medzinárodná konferencia „Hedgerows of the World: their ecological functions in different landscapes“ v Birminghame (Barr, Petit 2001). V monotematickom čísle časopisu *Journal of Environmental Management* (roč. 60, č. 1) boli publikované výsledky výskumov živých plotov prevažne z Británie.

4.2.1. Typy nelesnej drevinovej vegetácie

Podľa tvaru sa štrukturálne prvky NDV rozdeľujú na bodové, plošné a líniové (Sláviková 1984, 1987; Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994; Supuka a kol. 1999; Prudký 2001; Trnka 2001; Sklenička 2003) (Tab. 2). Za NDV sa považujú plochy drevín s rozlohou menšou ako 0,3 ha, líniové

porasty a solitéry či skupiny drevín (Sláviková 1984; Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994; Trnka 2001). Ostatné drevinové porasty sa zaraďujú buď do kategórie les alebo trvalé kultúry. Na plošno-priestorovom vymedzení prvkov NDV sa autori pomerne zhodujú s výnimkou hornej hranice plošného rozsahu. Supuka a kol. (1999) udáva hornú hranicu 2 ha a Sklenička (2003) dokonca 3 ha.

Tab. 2 Členenie štrukturálnych prvkov nelesnej drevinovej vegetácie podľa tvaru

Prvky NDV	Definičné znaky a priestorové parametre	Príklady
Plošné	min. plocha 50 m ² , max. plocha 0,3 ha	remízky, háje, porasty krovín
Líniové	min. dĺžka 30 m, max. šírka 30m, šírka max. 30% dĺžky	brehové porasty, aleje pozdĺž komunikácií, zarastené medze, vetrolamy, živé ploty
Bodové (solitérne)	1-3 jedince (stromy alebo kríky)	solitérny strom/krík alebo skupina stromov či kríkov, často sprevádzajúca drobné artefakty v krajine ako kríže, kaplnky, pamätníky

Tri základné typy NDV (plošné, líniové, bodové) autori ďalej členia na formácie, a to buď podľa charakteru vlastného porastu a umiestnenia v krajine (Sláviková 1984) alebo podľa plošno-priestorovej morfometrie (Bulíř, Škorpík 1987; Supuka a kol. 1999). Forman a Godron (1993) členia líniové koridory podľa šírky a vnútorného prostredia.

Formácie podľa plošno-priestorovej morfometrie (Bulíř, Škorpík 1987; Supuka a kol. 1999):

A. Plošná (Obr. 2)

- Skupina – rozvoľnená výsadba či rozšírenie viac ako 3 jedincov drevín na menšej ploche (neudáva sa veľkosť plochy);
- Zhluk – dreviny v hustom zoskupení do pravidelnej či nepravidelnej pôdorysnej dispozície maximálne do 100 m², vyskytujúce sa spontánne alebo vysádzované väčšinou na poľnohospodársky nevyužitelných miestach;
- Remízka – dreviny v hustom zoskupení do nepravidelnej či pravidelnej dispozície s rozlohou 100-500 m², rastúce na neobrábateľných enklávach na poľnohospodársky využívaných pozemkoch (hromady kameňa, zárezy, brehy atď.);
- Nika (háj) – kríky a stromy spravidla spontánneho pôvodu, husto alebo rozvoľnene rastúce na väčšom pozemku (nad 500 m²), takmer vždy nepravidelného tvaru (neplodné, devastované či neobhospodarované pozemky – stráne, strže, lomy).

B. Líniová – jedno až viacradový pás vegetácie alebo bez zreteľných radov (Obr. 3)

- Stromoradie – jeden rad drevín;
- Pás – dva až tri rady drevín so šírkou priemetu korún 5-10 m;
- Pruh – viacradová výsadba alebo prirodzene vzniknuté spoločenstvo drevín so šírkou priemetu 10-30 m;
- Živý plot – kompaktná tvarovaná formácia (výsadba) krovín šírky 1-3 m a do výšky 2 m (častý vo Francúzsku – krajina „bocage“);
- Živá stena – kompaktná tvarovaná formácia stromov šírky 3-5 m a výšky nad 2 m (na Slovensku a v Česku veľmi zriedkavé, typické pre Anglicko, väčšinou ohraničuje pozemky, resp. pastviny).

- C. Bodová – solitérna vegetácia bez zreteľného vnútorného prostredia a okrajového plášťa (ekotónu) (Obr. 4).

Bulř, Škorpík (1987) okrem líniovej NDV, ktorú definujú ako súvislé alebo viac-menej súvislé, úzke porasty (max. šírka 30 m), rozlišujú ešte líniovú prerušovanú vegetáciu, ktorá sa od prvej líši prerušovaným líniovým priebehom s väčšími pravidelnými i nepravidelnými medzerami medzi drevinami alebo ich skupinami.

Nie všetky kategórie tejto klasifikácie NDV sú uchopiteľné. V prípade kategórie skupina sa neudáva veľkosť plochy. Hranica medzi skupinou a zhlukom nie je jasná. Živé ploty a živé steny nemusia byť len vysadené a výlučne tvarované porasty. Výška živého plotu často presahuje 2 m.

Obr. 2 Plošná nelesná drevinová vegetácia



Autor: K. Demková

Obr. 3 Líniové štruktúry nelesnej drevinovej vegetácie



Autor: K. Demková

Obr. 4 Bodová nelesná drevinová vegetácia



Autor: K. Demková

Plieninger et al. (2012) rozlišuje osem kategórií NDV podľa geometrie, prevládajúcich drevín a plošnej typológie (Tab. 3). S predchádzajúcou klasifikáciou sa zhoduje v maximálnej šírke línií (do 30 m) a odlišuje v minimálnej dĺžke (len 10 m). Neuvádza sa minimálna plocha plošných prvkov.

Tab. 3 Klasifikácia nelesnej drevinovej vegetácie podľa Pleninger et al. (2012)

Kategória	Plošné parametre	Geometrický tvar	Prevládajúce dreviny
Aleje, stromoradia	Viac ako 3 stromy, dĺžka > 10 m, šírka < 30 m	Línia	Stromy
Živé ploty	Dĺžka > 10 m	Línia	Kríky
Solitérne stromy	1 strom vzdialený od ostatných viac ako 5 m	Bod	Stromy
Brehová vegetácia	Vzdialenosť od vodného telesa < 10 m, šírka < 30 m	Línia/plocha	Stromy
Rozptýlené ovocné stromy	Viac ako 5 stromov, vzdialenosť stromov < 5 m	Plocha	Ovocné stromy
Kroviny	Súvislé plochy krovín	Plocha	Kríky
Stromové skupiny	2-5 stromov vzdialených od seba < 5 m	Plocha	Stromy
Lesík	Viac ako 5 neovocných stromov vzdialených < 5 m	Plocha	Stromy

Podľa spôsobu vzniku sa rozlišujú porasty (Sláviková 1984; Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994; Kolařík a kol. 2003; Sklenička 2003):

- a. prirodzené (spontánne) – prirodzený spôsob šírenia (nálet, koreňové výhonky);
- b. umelé (vysadené) – vedomé šírenie človekom (výsadba);
- c. kombinované – v umelo založenom poraste existujú spontánne vyrastené dreviny a naopak.

Podľa výškovej štruktúry sa NDV delí na (Kolařík a kol. 2003):

- a. vysoké – presahujú výšku 6 m;
- b. stredne vysoké – do výšky maximálne 6 m;
- c. nízke – prevažná časť drevín nedosahuje výšku 3 m.

Podľa vzhľadu (fyziognómie) drevín sa rozlišujú porasty (Sláviková 1987; Kolařík a kol. 2003):

- a. kríkové – kry, liany, mladé stromy, ktorých výška nepresiahne 3 m;
- b. stromové – početne a vzhľadom dominujú stromy v rôznych vývojových štádiách;
- c. kombinované – súbor stromov a kríkov.

Podľa druhovej štruktúry sú porasty tvorené drevinami (Kolařík a kol. 2003):

- a. lesnými – domáce, cudzokrajné a šľachtené druhy používané v lesnom hospodárstve s cieľom produkcie dreva;
- b. ovocnými – šľachtené druhy s cieľom produkcie ovocia;
- c. okrasnými (krajinnárskymi a sadovníckymi) – domáce, cudzokrajné a prešľachtené druhy vysádzané na iný ako produkčný účel;
- d. kombináciou uvedených kategórií.

Podľa geografickej pôvodnosti sa dreviny v porastoch delia na (Kolařík a kol. 2003; Sklenička 2003):

- a. domáce (autochtónne) – v danej oblasti pôvodné, prirodzene rozšírené druhy;
- b. cudzie (alochtonne) – nepôvodné dreviny, introdukované z iných geografických oblastí;
- c. krížené (kultúrne) – odrody (kultivary) a klony drevín, ktoré vznikli krížením domácich a cudzích druhov (ovocné odrody a ostatné);
- d. kombináciou predchádzajúcich kategórií.

Ďalej sa porasty môžu deliť podľa umiestnenia v teréne na sprievodné (popri technických a prírodných prvkoch v krajine) a samostatné (vzniknuté alebo založené nezávisle) (Bulíř, Škorpík 1987; Kolařík a kol. 2003). Podľa vývojového štádia rozlišuje Kolařík a kol. (2003) porasty mladé, dospievajúce, dospelé, starnúce a staré.

4.2.2. Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine

Význam a funkcia NDV závisí od typu krajiny, v ktorej sa vyskytuje. Pod pojmom funkcia sa v oblasti životného prostredia chápe vonkajší prejav vlastností vegetácie v danom systéme vzťahov (Eliáš 2010). Špulerová (2006) definuje funkciu NDV ako súbor reálnych alebo potenciálnych možností využívania jej účinkov.

Účinkami vegetácie v krajine, či už všeobecne alebo nelesnej drevinovej vegetácie, sa zaoberal ne jeden autor (Kavka, Šindelářová 1978; Sláviková 1984, 1987; Nováková, Fér 1992; Supuka a kol. 1999; Mareček 2005 a ďalší). Eliáš (2010) rozlišuje dve základné skupiny funkcií:

- a. ekologické – dôležité pre fungovanie ekosystémov i celej biosféry, nezávisia od človeka a nie sú vynútené jeho potrebami;

- b. spoločenské (socioekonomické) – výsledok spoločenských potrieb a využiteľných vlastností a účinkov vegetácie. Človek má záujem o surovinu a ekosystém túto surovinu poskytuje.

Najčastejšie sa rozlišujú funkcie vegetácie na produkčné a mimoprodukčné. Produkčná funkcia vegetácie vyplýva z jej úžitku v podobe drevnej hmoty, listov, plodov či kvetov (Sláviková 1984). Dá sa vyjadriť v monetárnych jednotkách. Mimoprodukčné alebo environmentálne funkcie nemajú charakter suroviny, ich hodnota sa nevyjadruje priamo (Eliáš 2010).

U NDV prevládajú jednoznačne funkcie mimoprodukčné (ktorými sa zaoberajú nasledujúce publikácie: Forman, Baudry 1984; Sláviková 1984, 1987; Zundel 1992; Löw a kol. 1995; Petit, Burel 1998; Supuka 1998; Mérot 1999; Oreszczyń, Lane 1999, 2000; Barr, Gillespie 2000; Baudry et al. 2000; Kleinn 2000; McCollin et al. 2000; Salašová 2000; Kocourková 2001; Trnka 2001; Petit et al. 2003; Sklenička 2003; Mareček 2005; Ryszkowski, Kedziora 2007; Benčať, Jančura 2008; Molnárová 2008; Sklenička et al. 2009; Eliáš 2010; Skaloš, Engstová 2010; Ernoult, Alard 2011):

- *Pôdoochranná (edafická) funkcia* vegetácie spočíva v spevňovaní pôdy, čím vedie k jej ochrane pred veternou a vodnou eróziou či prípadným zosuvom (protierózna funkcia). NDV chráni pôdu tiež pred negatívnymi účinkami škodlivých látok z dopravy, solenia cestných komunikácií a pod.
- *Hydrická funkcia NDV* zabezpečuje vyrovňovanie celkovej bilancie vody v krajine. Prevádza povrchový odtok do pôdy a zásob podzemnej vody (infiltrácia) a zadržiava vodu v krajine (retencia). Možno sem zaradiť i význam pri ochrane brehov ich spevnením.
- *Klimatická funkcia NDV* (výstižnejšie mikroklimatická, pretože ovplyvňuje len malý priestor) sa uplatňuje v regulácii prízemnej klímy (napr. zníženie výparu z pôdy, zvýšenie relatívnej vlhkosti vzduchu, zmiernenie teplotných extrémov, v znížení rýchlosti prúdenia vzduchu).
- *Biotická funkcia NDV* má nesmierny význam predovšetkým v otvorenej poľnohospodárskej krajine s minimálnym zastúpením vegetácie. NDV slúži ako refúgium pre rastlinné a živočíšne druhy, poskytuje im úkryt a potravu, čím chráni ich genofond. Umožňuje migráciu organizmov prostredníctvom tzv. biokoridorov, spájajúcich jednotlivé prírodné prvky v krajine.
- *Hygienická funkcia NDV* v krajine spočíva v produkcii kyslíka, zachytávaní prachu, dymu, choroboplodných zárodkov, toxických látok, v znižovaní hluku a vylučovaní látok, ktoré priaznivo pôsobia na duševné i telesné zdravie človeka.
- *Stabilizačná funkcia NDV* sa prejavuje zvýšením ekologickej stability krajiny.
- *Estetická (krajinotvorná) funkcia NDV* sa uplatňuje pri začleňovaní stavieb, technických diel do krajiny. Často sprevádza drobné stavby v krajine ako kaplnky, božie muky atď. NDV zvyšuje celkovú estetickú kvalitu územia, pozitívne vizuálne vnímanie. Člení monotónnu krajinu a spoluvytvára jej krajinný ráz.
- *Orientačná funkcia NDV* umožňuje predovšetkým v monotónnej poľnohospodárskej krajine ľahšiu orientáciu, či už pre ľudí alebo väčšiu zver.
- *Organizačná funkcia NDV* spočíva v demarkácii hraníc pozemkov, katastrálnych území.
- *Rekreačná funkcia NDV* sa prejavuje poskytovaním tieňa, vôní, pozitívnych scenérií, priaznivým vplyvom na duševné zdravie človeka (psychologická funkcia) a celkovým zvyšovaním rekreačného potenciálu územia.

Ďalšie funkcie, ktoré NDV poskytuje v krajine, sú liečebná (zdravotná), výchovno-vzdelávacia či vedecká (Sláviková 1987; Supuka a kol. 1999; Špulerová 2006). Dreviny majú tiež duchovný, symbolický význam. Stromy boli odjakživa symbolom života, viery, národov a ochrany (pred nepriaznivými klimatickými podmienkami). Stali sa inšpiráciou pre mnohých umelcov – básnikov, maliarov či fotografov (Zundel 1992; Kocourková 2001; Eliáš 2010).

Funkcie NDV v krajine sa navzájom prekrývajú, má polyfunkčný charakter. Monofunkčná vegetácia sa v krajine vyskytuje veľmi zriedkavo (Sláviková 1984; Mareček 2005).

NDV je mnohými autormi považovaná za podstatný prvok, základný kameň krajiny, ktorý má nesmierny význam pre fungovanie ekosystému v porovnaní s ich plošným rozsahom (Plieninger et al. 2004, Manning et al. 2006; Gibbons et al. 2008). Ich ekologická hodnota stúpa v intenzívne poľnohospodársky využívannej krajine (Trnka 2001; Skaloš, Engstová 2010).

4.2.3. Vzťah nelesnej drevinovej vegetácie ku krajinnému rázu

Prvky NDV sú dôležitou súčasťou štruktúry krajiny a významným spôsobom ovplyvňujú jej vizuálne charakteristiky vrátane krajinného rázu. Vorel (1999) a Benčat, Jančura (2008) uvádzajú, že NDV (solitérne stromy, aleje, remízky, brehové porasty) patrí k najvýznamnejším krajinotvorným prvkom, pretože zvyšuje diverzitu krajiny a vytvára esteticky „libé“ body a plochy, prispievajúce k tvorbe krajinného obrazu. Vorel (2007) ako krajinný architekt upozorňuje tiež na drobnú architektúru v krajine, ktorá býva často sprevádzaná skupinou stromov, čo takisto dotvára charakteristickú podobu českej krajiny. NDV na medziach, pozdĺž ciest či umelecky stvárnenej kompozície alejových výsadiel sa môžu stať dominantným rysom krajiny. Bukáček, Matějka (1999) vnímajú prítomnosť NDV ako kladnú prírodnú a estetickú hodnotu krajinného rázu a zásadný určujúci znak jeho prírodnej charakteristiky. Prírodná hodnota je potom daná zastúpením prirodzených ekosystémov a druhovou pestrosťou. Míchal a kol. (1999) považuje aktuálnu vegetáciu za súčasť kultúrnej charakteristiky krajinného rázu, odporúča ju však kvantifikovať napr. stupňom ekologickej stability.

4.2.4. Vzťah nelesnej drevinovej vegetácie k historickým krajinným štruktúram

Neodmysliteľnou súčasťou každej krajiny sú historické krajinné štruktúry, ktoré sa môžu prejavovať ako dominanty a profilujú celý krajinný ráz alebo sa vyskytujú skryto a sú často nenápadnými objektmi súčasnej krajiny (Supuka a kol. 1999). Niektoré prvky NDV sa prejavujú v krajine ako historické štruktúry, napr. na medziach, na hraniciach pozemkov, kameniciach alebo ako doplnok drobných kultúrnych a sakrálnych pamiatok vo voľnej krajine (kaplnky, kríže, božie muky). Historické krajinné štruktúry (ďalej len HKŠ) charakterizuje Huba (1988) ako hmotnú, nehnuteľnú časť kultúrneho dedičstva. Sú reliktom antropogénnych činností, ktoré sa zachovali dodnes. Často sa vyskytujú v izolovaných fragmentoch z dôvodu postupného rozpadu alebo prekrytia inými súčasnými objektmi a krajinnými zložkami či novým spôsobom využitia zeme. Existuje viacero prístupov ako klasifikovať HKŠ podľa rôznych aspektov (Huba 1988, Supuka a kol. 1999).

HKŠ úzko súvisia s pamäťou krajiny. Pamäť krajiny predstavuje stopy historického vývoja krajiny, dokumentujúce nielen zmeny s časom, ale aj udalosti, ktoré zanechali nie vždy na prvý pohľad viditeľné stopy v krajine. Prejavuje sa prítomnosťou historických stavieb, technických úprav či pozostatkov tradičného hospodárenia. Pamäť krajiny nám pripomína historické a kultúrne súvislosti, zasadzuje krajinu do širších súvislostí, vzťahov (Vorel 2006).

4.2.5. *Legislatívna ochrana nelesnej drevinovej vegetácie*

Slovenský i český zákon o ochrane prírody a krajiny (zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, zákon č. 114/1992 Sb., o ochrane prírody a krajiny) termín nelesná drevinová vegetácia nepozná. V oboch zákonoch je zaužívaný termín „drevina rastúca mimo lesa“, ktorú definuje ako „strom alebo ker rastúci jednotlivo alebo v skupinách mimo lesného pôdneho fondu“ (§ 2, ods. 2, písm. m zákona č. 543/2002 Z. z.; § 3, ods.1, písm. g zákona č. 114/1992 Sb.). V oboch prípadoch sa dreviny rastúce mimo lesa chránia pred poškodzovaním a ničením, ktoré môžu spôsobiť ich znehodnotenie či dokonca odumretie (všeobecná ochrana).

V slovenskom zákone o ochrane prírody a krajiny sa ochrane drevín venuje tretia hlava „Práva a povinnosti pri ochrane drevín“ (§§ 46-49). Ochrana drevín patrí do kompetencie obcí, obecných úradov (§ 69), ktoré rozhodujú o výrube drevín, ukladajú vykonanie náhradnej výsadby a starostlivosti o ňu. § 90 umožňuje orgánu ochrany prírody udeliť pokutu fyzickej alebo právnickej osobe, ktorá sa dopustí protiprávneho konania v súvislosti s ochranou drevín, tzn. neoznámi výrub dreviny (§ 47 ods. 6), poškodzuje a ničí chránené dreviny atď. Vyhláška č. 24/2003 Z. z. stanovuje podrobnosti o ochrane a udržiavaní drevín (§ 17) , o podmienkach povolenia výrubu drevín.

V českom zákone o ochrane prírody a krajiny je ochrana drevín obsiahnutá v druhej časti zákona Obecná ochrana prírody a krajiny (§§ 7-9). Dreviny rastúce mimo lesa sú podobne ako na Slovensku v kompetencii obecného úradu, ktorý povoľuje výrub drevín s výnimkou území národných parkov a je oprávnený k pozastaveniu, obmedzeniu alebo zákazu rúbania drevín (§ 8), stanoví náhradnú výsadbu (§ 9) s výnimkou území národných parkov a vedie prehľad pozemkov vhodných k náhradnej výsadbe (§ 9). Podľa §§ 87 a 88 môže orgán ochrany prírody uložiť pokuty a sankcie právnickej alebo fyzickej osobe, ktorá sa dopustí protiprávneho konania (nevykoná náhradnú výsadbu, poškodí alebo zničí pamätný strom, poškodí alebo zničí bez povolenia drevinu alebo skupinu drevín rastúcich mimo lesa atď.). Vyhláška č. 189/2013 Sb. spresňuje podmienky ochrany a povoľovania výrubu drevín rastúcich mimo lesa.

NDV je v oboch štátoch často súčasťou územného systému ekologickej stability (najčastejšie ako interakčný prvok) alebo významného krajinného prvku. V obidvoch prípadoch platia ustanovenia všeobecnej ochrany prírody.

Mimoriadne významné stromy, ich skupiny či stromoradia môže orgán ochrany prírody vyhlásiť za chránený strom (podľa zákona č. 543/2002 Z. z., § 49) alebo pamätný strom (podľa zákona č. 114/1992 Sb., §§ 46 a 47). Za mimoriadne významné sa považujú tie stromy, ktoré vynikajú svojím vzrastom, vekom, tvoria významné krajinné dominanty, obzvlášť cenné introdukované dreviny a historicky cenné dreviny spojené s historickými udalosťami alebo povestami. Chránené (pamätné) stromy a ich ochranné pásma vyhlasujú na Slovensku krajské úrady, v ČR poverené obecné úrady a udeľujú súhlas k ich ošetrovaniu. Chránené (pamätné) stromy a osobitne/zvlášť chránené územia, ktorých bežnou súčasťou je i NDV, patria do osobitnej/špeciálnej ochrany. Zásady ochrany stanovuje príslušný orgán ochrany prírody.

Rozdiely medzi slovenským a českým zákonom o ochrane prírody a krajiny v súvislosti s ochranou NDV sú minimálne. Avšak česká legislatíva v oblasti poľnohospodárstva je v ochrane NDV na poľnohospodárskej pôde o krok vpred. Od roku 2009 je podľa nariadenia vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidencie využitia pôdy podľa užívateľských vzťahov (predtým nariadenie vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhov krajinných prvkov) chránená medza

s drevinovým porastom, skupina drevín, stromoradie a solitérny strom. Na starostlivosť o tieto krajinné prvky môžu poľnohospodári zažiadať o dotácie z poľnohospodárskych fondov.

4.2.6. Starostlivosť o dreviny, resp. nelesnú drevinovú vegetáciu

V predchádzajúcich kapitolách boli zhrnuté funkcie a významnosť NDV. V tejto súvislosti je žiaduce uviesť základné informácie o literatúre, ktorá sa venuje zakladaniu a starostlivosti o NDV a možnostiach financovania jej údržby či výsadby.

Spomedzi staršej literatúry venujúcej sa návrhom, výsadbe či starostlivosti o dreviny možno spomenúť prácu autorov Bulíř a Škorpík (1987) z Výskumného ústavu krajiny a okrasného záhradníctva v Průhoniciach. Podrobne rozpracúvajú návrhy nových vegetačných štruktúr k typovým lokalitám podľa funkčného využitia porastov, spôsoby ich zakladania, výsadby a pestovania.

Rozsiahle dielo (dvojdielne), zaoberajúce sa starostlivosťou o dreviny rastúce mimo lesa, publikovali Kolařík a kol. (2003, 2005) v spolupráci s Českým zväzom ochrancov prírody. Nielenže podrobne popisuje postupy od výberu, výsadby až po starostlivosť a hodnotenie stavu drevín, ale tiež sa venuje histórii a vývoju starostlivosti o dreviny, anatomickej stavbe či chorobám drevín.

Čížková a kol. (2008) poskytuje stručný a názorný prehľad o spôsoboch starostlivosti o NDV, od výsadby a ošetrovania drevín až po možnosti využitia finančnej podpory.

Starostlivosť o dreviny je predovšetkým povinnosťou vlastníka pozemku, na ktorom drevina stojí. Na účel starostlivosti o NDV či výsadby nových drevín je možné využiť európske alebo národné dotačné programy v oblasti ochrany prírody a krajiny a životného prostredia, ktoré ponúkajú finančné prostriedky buď priamo na výsadbu či starostlivosť o NDV alebo na manažment pozemkov (kosenie, pastva), na ktorých rastie NDV (viď Tab. 4).

V ČR na národnej úrovni poskytuje finančné možnosti v tejto oblasti národný program „Péče o krajinu“ Ministerstva životného prostredia (MŽP) ČR, predovšetkým "Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí", ktorý je zameraný na voľnú krajinu. Podporuje opatrenia na ochranu krajiny proti erózii, udržiavanie kultúrneho stavu krajiny, realizáciu a starostlivosť o ÚSES a vytváranie drobných prírodných prvkov v krajine, ako sú medze a remízky. V rámci Štátneho fondu ŽP ČR existuje Program na ochranu druhovej diverzity neproduktívnych rastlín, medzi ktoré boli zaradené i pamätné a kultúrne významné dreviny a Program zeleň do miest a ich okolia.

Tab. 4 Finančné nástroje a dotačné programy v oblasti ochrany prírody a krajiny a v Českej a Slovenskej republike na národnej a európskej úrovni

Rezort	Česká republika	Slovenská republika
Ministerstvo životného prostredia (SR, ČR)	<i>Operační program Životní prostředí</i>	<i>Operační program Životné prostredie</i>
	<i>LIFE+ Příroda a biologická rozmanitost</i>	<i>LIFE+ Příroda a biodiverzita</i>
	Státní fond ŽP ČR	Environmentálny fond
	Program Péče o krajinu	x
	Program Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny	x
Ministerstvo zemědělství (ČR), Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka (SR)	<i>Program rozvoje venkova</i>	<i>Program rozvoja vidieka</i>
	Přímé platby SAPS	Priame platby SAPS

Poznámka: Finančné nástroje Európskej únie sú písané *kurzívou*.

Zdroj: <http://www.dotace.nature.cz/>; http://www.envirofond.sk/sk/podpora_dotacie.html;

<http://www.opzp.sk/dokumenty/programove-dokumenty/opzp>

Dotačná politika SR v oblasti ochrany prírody a krajiny je v porovnaní s ČR minimálna. Jediným finančným nástrojom v SR je Environmentálny fond (MŽP SR), ktorý v oblasti ochrany prírody a krajiny podporuje z hľadiska NDV zakladanie prvkov ÚSES a zelenej infraštruktúry a realizáciu schválených programov starostlivosti o chránené územia a chránené stromy. Uprednostňuje zákonom osobitne chránené územia, biotopy a druhy. Dotačných programov na podporu obecnej ochrany prírody a krajiny na národnej úrovni je v SR nedostatok.

Zakladanie nových vegetačných prvkov v krajine oboch štátov sa často rieši prostredníctvom komplexných pozemkových úprav, väčšinou s cieľom obnovy polyfunkčného charakteru krajiny, protieróznej ochrany pôdy, zvýšenia ekologickej stability či estetickej hodnoty krajiny.

Z európskych finančných nástrojov sa ponúka Operačný program Životné prostredie. V SR je v tomto smere dôležitá prioritná os 1 s aktivitami na ochranu a obnovu biodiverzity a pôdy a podporu ekosystémových služieb prostredníctvom sústavy NATURA 2000 a zelenej infraštruktúry (okrem iného i zakladanie ÚSES). Český Operačný program Životné prostredie s prioritnou osou 4 – Ochrana a starostlivosť o prírodu a krajinu poskytuje financie okrem iného i na posilnenie biodiverzity (obnova stanovíšť v kultúrnej krajine) a podporu prirodzených funkcií krajiny (zakladanie prírodných krajinných štruktúr a ÚSES).

Ďalšiu možnosť predstavuje program LIFE+ Príroda a biologická rozmanitosť alebo finančné podpory Európskeho hospodárskeho priestoru (EHP) a Nórska (www.mzp.cz).

V oblasti poľnohospodárskej dotačnej politiky poskytuje ČR finančnú podporu na plochu vybraných krajinných prvkov vo vnútri pôdneho bloku (podľa nariadenia vlády č. 307/2014 Sb. – stromoradie, skupina stromov, solitér). Podmienkou je ich evidencia v LPIS (evidencia pôdnych blokov). Zahŕnutie plochy krajinného prvku do plochy poľnohospodárskej pôdy umožňuje ich lepšiu a cielenejšiu ochranu. Na starostlivosť o krajinné prvky môžu poľnohospodári zažiadať o dotácie z poľnohospodárskych fondov ako napr. SAPS, agroenvironmentálne opatrenia alebo LFA (viď nižšie).

Od roku 2004 majú súkromní farmári alebo právnické subjekty v oboch štátoch možnosť využívať dotácie prostredníctvom priamych platieb SAPS (systém jednotnej platby na plochu). Súkromne hospodáriaci roľníci majú horšie nastavené podmienky v oblasti poľnohospodárskej dotačnej politiky v porovnaní s poľnohospodárskymi družstvami (často ich pozemky nedosahujú stanovené minimálne rozlohy). Kým družstvá môžu čerpať dotácie na hospodárenie z viacerých programov, súkromníci môžu využívať len priame platby SAPS.

Európsky Program rozvoja vidieka (PRV) umožňuje podporu NDV nepriamo prostredníctvom osi 4 – Obnova, ochrana a zlepšenie ekosystémov závislých od poľnohospodárstva a lesníctva (PRV 2014-2020), v rámci ktorej sú poskytované nasledujúce platby:

- LFA (platby za znevýhodnené prírodné podmienky v horských oblastiach a platby v ostatných znevýhodnených oblastiach);
- platby v rámci sústavy NATURA 2000 na poľnohospodárskej pôde;
- agroenvironmentálne opatrenia (na ochranu pôdy proti erózii a zachovanie biodiverzity).

Oproti minulému programovému obdobiu (2007-2013) je možností menej. V ČR bola v rámci PRV 2007-2013 podporovaná napr. i obnova a udržiavanie alejí.

Priama finančná podpora NDV formou európskych dotačných titulov neexistuje. V minulosti sa v rámci agroenvironmentálnych programov (2004-2006) na Slovensku objavili platby na nelesnú

drevinovú vegetáciu. Avšak boli využité len na ploche 0,39 ha (2006). Z dôvodu malého záujmu ako aj komplikovanej administrácii a kontrole sa v ďalšom období 2007-2013 takto úzko špecifikovaný titul neobjavil (Galvánek, ústna informácia). Zachovanie NDV sa môže v súčasnosti doceliť úpravou GAEC (Dobrá poľnohospodárska a environmentálna stav pôdy), uplatňujúca zásady správnej poľnohospodárskej praxe v súlade s ochranou životného prostredia, ktorú musí farmár dodržiavať, aby mohol čerpať finančnú podporu z európskych fondov. Jednou z požiadaviek je i zachovanie krajinných prvkov, ako sú medze, stromoradia, skupiny drevín, solitéry. V ostatných platbách ide len o druhotný záujem pri ochrane pôdy pred eróziou alebo starostlivosťou o lúky a pasienky (kosenie, odstraňovanie náletu), na ktorých táto vegetácia rastie.

Z porovnania existujúcich dotačných programov vyplýva, že najväčší objem financií ide na podporu zvlášť chránených území a európskych sietí. Obecná ochrana prírody a krajiny v SR je podporovaná veľmi málo. V ČR je situácia lepšia, prejavuje väčší záujem o voľnú krajinu v porovnaní so SR.

4.2.7. Historický vývoj nelesnej drevinovej vegetácie

Súčasný stav NDV v českej a slovenskej krajine ovplyvnili mnohé historické udalosti, ktoré buď podnietili vznik nových vegetačných štruktúr alebo naopak prispeli k ich zániku. Významný podnet na výsadbu drevín prišiel nariadením Márie Terézie z roku 1752, ktorým udelila povinnosť výsadby stromov pozdĺž všetkých nových ciest (Vysloužil 2007). V roku 1769 vydala nariadenie o povinnosti sadiť stromy vo voľnej krajine i obciach. Hlavným dôvodom bol rozmáhajúci sa nedostatok dreva, avšak jej opatrenie sa významne odrazilo nielen vo zvýšení produkcie drevnej hmoty a ovocia, ale aj v obraze krajiny (Kocourková 2001). Stromy sa sadili pozdĺž ciest a potokov, pri domoch, kaplnkách, krížoch a studničkách, na križovatkách a hraniciach katastrov i na miestach, ktorým história a povest' dodali význam. Rozkvet NDV súvisel i s vývojom ovocinárstva. Ovocné stromy sa neuplatňovali len v záhradách či sadoch, ale i vo voľnej krajine.

Až do začiatku 50. rokov 20. storočia bola NDV, ktorá plnila rôzne funkcie, bežnou súčasťou krajiny, členila jej štruktúru a dodávala jej určitý ráz. Avšak v 2. polovici 20. storočia zažila česká i slovenská krajina dramatické zmeny, pri ktorých bola NDV vo voľnej krajine väčšinou likvidovaná. NDV spolu s ďalšími drobnými krajinnými prvkami ako skupiny balvanov, zatravnené medze alebo mokrade predstavovali zrazu prekážku brániacu plynulému obhospodarovaniu pozemkov. Maloplošná mozaika prirodzene polyfunkčnej vidieckej krajiny bola premenená na hrubozrnnú krajinu veľkých kolektivizovaných polí (Lipský 1995). Likvidácia líniovej a skupinovej vegetácie, remízok i brehových porastov, prirodzených vodných tokov, vzácnych močiarnych biotopov, maloplošných extenzívnych sádov na strmých svahoch spôsobili zníženie ekologickej stability a biodiverzity krajiny (Supuka 2009). Dramatické zmeny v štruktúre bývalej československej poľnohospodárskej krajiny dokumentujú nasledujúce údaje: „Z krajiny zmizlo za posledných 35 rokov (1950-1985) 4000 km stromoradií (na ploche asi 1400 ha), 3600 ha rozptýlenej zelene, 2000 ha lesíkov a remízok, 49 000 km medzí a 158 000 km poľných ciest. Len pri sčítaní pozemkov sa v priemernom katastrálnom území odstraňovalo 350-400 stromov a 2500-3500 m² kríkových porastov“ (Vaníček 1985; Moldan a kol. 1990). Podľa expertných odhadov klesla rozloha NDV v krajine z 2-3 % územia Českej republiky (Šarapatka a kol. 2008) na 0,3-0,5% v polovici 80. rokov (Trnka 2001). Bulíř, Škorpík (1987) odhadujú výmeru NDV v ČSR približne na 40 000-55 200 ha, t.j. 0,5-0,7 % rozlohy ČSR. Asi 4/5 týchto porastov rástlo na nepoľnohospodárskej pôde, hlavne pozdĺž komunikácií, vodných tokov a nádrží. Zvyšnú 1/5 tvorí vegetácia na poľnohospodárskych pozemkoch lemujúca poľné cesty, medze, melioračné kanály a vnútri pozemkov (remízky, skupiny drevín, solitéry). Štatistické dáta o

využití pôdneho fondu nemôžu takéto zásadné zmeny krajinnej mozaiky (krajinnej mikroštruktúry) postihnúť.

Likvidácia a zníženie rozlohy NDV v otvorenej poľnohospodárskej krajine sa netýka len bývalého Československa. Technologické zmeny, intenzifikácia a mechanizácia poľnohospodárstva mali podobné dôsledky vo východnej i západnej Európe (Burel, Baudry 1990; Barr, Gillespie 2000; Jongman 2002; Kristensen, Caspersen 2002; Plieninger et al. 2012). McCollin (2000) zdôrazňuje, že v rokoch 1984-1994 ubudlo v anglickej krajine 158 000 km živých plotov, t.j. tretina ich dĺžky z roku 1984. Jongman (2002) uvádza, že celková dĺžka líniových vegetačných štruktúr v Holandsku sa za 80 rokov (1900-1980) znížila o 80 %.

Na druhej strane došlo k spontánnemu nárastu drevinovej vegetácie na plochách, ktoré sa prestali obrábať. Výskumy z rôznych oblastí Českej republiky preukázali, že popri likvidácii NDV medzi poľnohospodárskymi blokmi dochádzalo zároveň k jej rozšíreniu na príkrych svahoch, pozdĺž vodných tokov a na okrajoch vidieckych sídel (Lipský 1995). Navyše po americkom a ukrajinskom vzore sa v krajine začali vysádzať vetrolamy. Na slovenských nížinách sa v období 1950-1964 vysadilo 61,8 mil. topoľov do vetrolamov (na ploche 6082 ha, neskôr eliminovaná na 2000 ha, aby sa opäť v r. 1980-1990 rozšírila o nových 800 km), čo sa hodnotí ako pozitívny jav z dôvodu ekostabilizačného a ochrany pôdy pred eróziou (Supuka 1992).

V súčasnosti dochádza často k protichodným javom, čo sa úbytku a nárastu plochy NDV týka. V dôsledku opúšťania krajiny v marginálnych a horských oblastiach narastá plocha NDV spontánnym šírením, avšak postupným zarastaním sa transformuje na les, čím zase plocha klesá. Kontroverznou témou je rúbanie stromoradií a alejí pozdĺž ciest z bezpečnostných dôvodov, ktoré ekológovia kritizujú. Mnohé aleje zanikajú z dôvodu prirodzeného starnutia a postupného odumierania, často však bez náhrady. I keď sa v poslednom období realizujú nové výsadby, ich rozsah nie je dostatočný.

4.2.8. Metodické prístupy k hodnoteniu nelesnej drevinovej vegetácie v krajine

Hodnotenie vegetácie, resp. nelesnej drevinovej vegetácie predstavuje dôležitú súčasť hodnotenia krajiny v oblasti krajinnej ekológie. Existuje široké spektrum otázok, na ktoré musí nájsť hodnotenie vegetácie odpoveď v závislosti od účelu, akému majú získané výsledky, informácie slúžiť. Tradičnými dôvodmi hodnotenia NDV je ochrana poľnohospodárskeho pôdneho fondu, ochrana prírody a krajiny a hodnotenie krajinného rázu.

Existuje viacero metodických prístupov k hodnoteniu NDV, ktoré možno rozdeliť do štyroch skupín podľa účelu jej hodnotenia (môže dochádzať k ich prekrytiu):

- biologický – hodnotenie aktuálneho stavu drevín, ich fyziognomických vlastností, druhová identifikácia, funkčnosť (ekosystém, biotop) atď. s cieľom ochrany prírody, biodiverzity;
- funkčný – určenie funkčného využitia NDV (z pohľadu človeka), stanovenie jej funkčných vzťahov s cieľom ochrany poľnohospodárskej pôdy, zabezpečenia polyfunkčnosti krajiny;
- krajinársky – hodnotenie estetického zapojenia NDV do kompozície krajiny, často využitie postupov dendrologického hodnotenia NDV (druh, tvar koruny, výška stromu atď.);
- historický – hodnotenie dynamických časopriestorových zmien NDV, vývoj plošného zastúpenia a krajinnej štruktúry.

Sláviková (1984) volá po nutnosti inventarizácie skutočného stavu NDV pre potreby ochrany prírody a krajiny. K tomuto účelu navrhuje v metodickej príručke (Sláviková 1987) systém bodového hodnotenia funkčného významu/funkčnej účinnosti NDV v krajine. Hodnoteniu predchádza mapovanie, popis stanovištných podmienok a vlastností vegetačnej formácie. Podľa získaného počtu

bodov sa danému vegetačnému prvku priradí funkčný význam a na základe toho sa určí kategória ochrany.

V roku 1994 boli publikované dve metodiky podrobného mapovania krajiny v mierke 1: 10 000 (Pellantová a kol. 1994; Vondrušková a kol. 1994), ktorých cieľom je získať pre ochranu prírody a krajiny dovtedy chýbajúce dáta o súčasnom využívaní krajiny a jej aktuálnej vegetácie. V oboch prípadoch mapovanie plošne pokrýva celú krajinu s výnimkou sídelného intravilánu. Od roku 1995 sa toto mapovanie krajiny stalo záväzným podkladom na vymedzovanie kostry ekologickej stability a návrh lokálneho ÚSES (Löw a kol. 1995). Mapová legenda oboch metodík rozlišuje bodové, líniové a plošné segmenty krajiny a je využiteľná i pri mapovaní prvkov NDV v danej mierke 1: 10 000. Ekologicky významné segmenty sú podrobne charakterizované v tabuľkách, kde je zaznamenané ich druhové zloženie, význam, zdravotný stav, prípadné ohrozenie a návrh manažmentových opatrení na ich ochranu alebo zlepšenie stavu. Každý mapovanej jednotke sa priradí stupeň ekologickej stability (stupne 0-5 v 6 bodovej stupnici), ktorý vychádza zo súčasného stavu vegetácie.

Řepka, Kailer a kol. (1994) zostavili metodiku mapovania fytocenóz významných z hľadiska ochrany prírody a krajiny. Táto metodika na rozdiel od predchádzajúcich nemapuje plošne celú krajinu, ale len vybrané, prírode blízke segmenty krajiny a ich spoločenstvá. Vybrané, predovšetkým prírode blízke a ochranný významné spoločenstvá vrátane prvkov NDV boli mapované tiež v rámci mapovania biotopov Českej republiky v rokoch 2000-2004 podľa Katalógu biotopov ČR (Chytrý a kol. 2001). Na Slovensku prebiehalo prvé mapovanie biologicky cenných a pre krajinu ekologicky významných biotopov podľa príručky Biotopy Slovenska (Ružičková a kol. 1996), neskôr podľa Katalógu biotopov Slovenska (Stanová, Valachovič 2002).

Na mapovanie biotopov je možné využiť metodiku európskeho projektu BioHab (Biodiversity and Habitat). Cieľom projektu je vytvorenie jednotnej databázy s informáciami o rozšírení a zmenách európskych biotopov a s tým spojenými zmenami v biodiverzite (monitoring na kontinentálnej úrovni). Databáza bude slúžiť na rôzne účely, predovšetkým však na podporu európskeho programu na ochranu biodiverzity (Bunce et al. 2005). Výhodou metodiky je jej prepojenie s európskymi klasifikáciami biotopov ako napr. CORINE Biotopes (CO-ordination of INformation on the Environment) alebo EUNIS (European Nature Information System).

Jech a Weber (1995), zástupcovia krajinárskeho prístupu, odporúčajú pri všeobecnom hodnotení trvalej krajinnnej zelene venovať pozornosť jej výškovému členeniu, estetickým a historickým charakteristikám, príp. rekreačnému využitiu. Bulíř a kol. (1992) navrhujú bodové hodnotenie prvkov NDV podľa funkcií, ktoré v krajine zabezpečujú (význam pre uchovanie biodiverzity a genofondu, funkcia ekostabilizačná, sociálna, hygienická, produkčná). Čím vyššie bodové hodnoty vegetačný prvok dosiahne, tým naliehavejší je stupeň jeho ochrany či obnovy. Machovec (1994) navrhol sadovnícke hodnotenie drevín pomocou bodovej stupnice. Hodnotí sa kvalita (druhové zloženie, vek, veľkostné parametre, zdravotný stav atď.) a polyfunkčnosť NDV.

V metodikách hodnotenia krajinného rázu je prítomnosť NDV vnímaná ako kladná prírodná a estetická hodnota krajinného rázu a zásadný určujúci znak jeho prírodnej charakteristiky (Bukáček, Matějka 1999). Možnosťami zahrnutia rozptýlenej zelene do procesu hodnotenia krajinného rázu sa podrobnejšie zaoberá Flekalová (2010), ktorá na základe podrobnej inventarizácie aktuálneho stavu vegetačných prvkov vyhodnotila ich kvalitatívne a kvantitatívne charakteristiky v rámci krajinných celkov. Následne v každom krajinnom celku určila priemerné zastúpenie NDV (v %) v 3 panoramatických pohľadoch na krajinu. Nakoniec boli pomocou ankety zisťované názory verejnosti na zastúpenie NDV v krajine.

Iný (biologický, ekologický) prístup k hodnoteniu vegetácie prezentuje Halada (2000), ktorý hodnotí nasledujúce vlastnosti rastlinných taxónov: prirodzenosť/synantropizácia, taxonomická diverzita, ohrozenie, vzácnosť, fytogeografické charakteristiky, prírodoochranná významnosť, životné formy, životné stratégie, regeneratívne stratégie, indikácia stanovišťa, fenológia. V príspevku diskutuje možnosti využitia hodnotenia vegetácie v krajinnno-ekologickom plánovaní. Z jeho práce čiastočne vychádza napr. Špulerová (2007), ktorá vyhodnocuje význam NDV pre ochranu prírody podľa štyroch kritérií (druhovú bohatosť, prirodzenosť, ohrozenie a regionálna vzácnosť). Výsledkom je prírodoochranná významnosť daného vegetačného prvku.

Diviaková (2010) hodnotí prírodoochrannú, biotickú a krajinnno-ekologickú významnosť líniových prvkov NDV syntézou fytocenologických dát, štrukturálnych, stavových charakteristík a produkčných vlastností vegetácie. Ďalej skúmala vplyv premenných prostredia (sklon, expozícia, pôdny typ, hĺbka pôdy, geologický substrát atď.) a charakteristík vyplývajúcich z fytocenologických zápisov na druhové zloženie.

Digitálne spracovanie, resp. vizualizácia NDV slúžiaca k ďalším analýzám prebieha väčšinou manuálne, tzv. metódou „on screen“ na podklade leteckých ortofotomáp (Skaloš, Engstová 2010; Plieninger et al. 2012). Možnosti využitia automatických klasifikácií dát diaľkového prieskumu Zeme pri štúdiu tohto krajinného prvku rozpracovali napr. Komrska (2006) a Jupová (2007), ktorí aplikovali segmentáciu obrazu a následne objektovo orientovanú klasifikáciu pri štúdiu NDV a mestskej vegetácie.

Zahraničné práce sa už tradične venujú predovšetkým hodnoteniu líniových vegetačných štruktúr (živé ploty, vetrolamy). Skúmajú ich interakciu s rôznymi skupinami živočíchov a dopady zmien vo využívaní krajiny na druhy žijúce v ich prostredí (Dover, Sparks 2000; Baudry et al. 2003; Enoult, Alard 2011) alebo vnímanie živých plotov rôznymi záujmovými skupinami aplikáciou sociologického prístupu (Oreszczyn, Lane 1999; Oreszczyn 2000).

Z hľadiska historického vývoja študovali NDV napr. Burel, Baudry (1999); Barr, Gillespie (2000); Kristensen, Caspersen (2002); Molnárová (2008); Sklenička et al. (2009); Elzníková, Machová (2010); Skaloš, Engstová (2010); Plieninger et al. (2012). Väčšina z uvedených prác sa zameriava na líniové štruktúry NDV v jednom záujmovom území a využíva základné krajinnno-ekologické indexy ako plocha, dĺžka, šírka, počet, hustota, konektivita plôšok, dĺžka okrajov, aby zistili zmeny v krajinnnej štruktúre a zastúpení NDV v danom území. Len málo publikácií porovnáva NDV v odlišných územiach (Skaloš, Engstová 2010; Plieninger 2012).

5. METODICKÉ POSTUPY DIZERTAČNEJ PRÁCE

5.1. ZBER DÁT

Terénne mapovanie

Terénne mapovanie s cieľom získať informácie o aktuálnom stave NDV vo voľnej krajine (extravilán obcí) sa uskutočnilo v mierke 1:10 000 v území na Kutnohorsku a v Bielych Karpatoch (slovenská časť – obec Vrbovce). Terénnemu mapovaniu predchádzal predbežný výber a digitalizácia prvkov NDV na podklade aktuálnych ortofotomáp na základe vizuálnych vlastností obrazu a priestorových parametrov (viď. Tab. 1 v kapitole 7.1 alebo Tab. 1 v kapitole 7.3). Identifikácia (vektorizácia) NDV prebehla v programe ArcGIS v mierke 1:1000. Počas terénneho šetrenia sa overovala existencia digitalizovaných prvkov, ich charakteristiky a stav. K tomuto účelu bola zostavená terénna karta. Ďalšie informácie týkajúce sa metodického postupu mapovania sú súčasťou kapitoly 7.1 a 7.3. Ukážka záznamu z terénneho mapovania spolu s vysvetlivkami použitých skratiek obsahuje Príloha 1.

Ortorektifikácia historických leteckých snímok

Historické letecké meračské snímky (ďalej len LMS) boli použité s cieľom analýzy historického vývoja NDV. LMS boli poskytnuté Topografickým ústavom v Banskej Bystrici a Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úradom v Dobruške. Technické parametre LMS uvádza Tab. 5.

Tab. 5 Technické parametre historických leteckých meračských snímok

Územie	Rok	Počet snímok	Rozlíšenie skenovania (μm)	Mierka	Ohnisko snímača (mm)	Výsledné rozlíšenie pixela (m)
SR	1949	4	21,16	1:22 000	200,14	0,466
	1986	13	21,16	1:12 200	153,08	0,258
	2006	7	21,16	1:22 500	153,42	0,476
ČR	1986	8	15	1:15 890	153,08	0,238

LMS boli upravené metódou ortorektifikácie v programe PCI Geomatics, v module OrthoEngine s využitím digitálneho modelu reliéfu a ortofotomáp (z roku 2006). Metóda ortorektifikácie spočíva v identifikovaní odpovedajúcich si kontrolných bodov na digitálnom obraze a v mape, aby sa dosiahla transformácia zo súradnicového systému obrazu do mapového súradnicového systému (Žihl'avník, Scheer 2001). LMS boli prevedené z centrálnej projekcie fotografickej snímky do ortogonálnej projekcie mapy (zobrazenie Křovák-negatív a referenčný elipsoid Bessel 1841). Ortofotosnímky transformované do súradnicového systému S-JTSK majú výsledné priestorové rozlíšenie 1 pixla v rozpätí 0,24-0,48 m. Stredná chyba ortorektifikácie sa pohybovala v rozmedzí 0,2-1,9 pixla. Ukážky ortorektifikovaných snímok sú v Prílohe 2.

Na takto upravených LMS boli digitalizované prvky NDV v mierke 1:1000 podľa vopred stanovených kritérií (viď. Tab. 1 v kapitole 7.1 alebo Tab. 1 v kapitole 7.3). K identifikácii NDV v roku 1950 a v súčasnosti na území Kutnohorska a českej časti Bielych Karpát bola využitá historická ortofotomapa z 50. rokov minulého storočia a aktuálna ortofotomapa z verejne dostupného geoportálu CENIA s priestorovým rozlíšením 1 pixla 0,5 m (geoportal.cenia.cz).

5.2. SPRACOVANIE DÁT

Pre každý digitalizovaný prvok NDV bola v programe ArcGIS vypočítaná jeho plocha (m²) a dĺžka okrajov (m). Plocha vegetácie predstavuje kolmý priemet koruny stromov či kríkov. U líniových prvkov bola vyjadrená aj ich dĺžka (m), vedená stredom polygónu. V každom časovom období sa vyjadrilo plošné a podielové zastúpenie NDV a výsledky sa graficky znázornili. Rovnako boli spracované výsledky z terénneho mapovania, z ktorých sa počítalo zastúpenie NDV v jednotlivých kategóriách mapovaných charakteristík.

Vzťah nelesnej drevinovej vegetácie k fyzicko-geografickým a iným podmienkam

Z fyzicko-geografických podmienok v území na Kutnohorsku boli zvolené biochory (typologické jednotky zlučujúce informácie o geomorfologických, geologických a vegetačných podmienkach územia) (Culek 2005), pôdne typy (mapa BPEJ 1:5000) a krajinná pokrývka (CORINE Land Cover 2006). Sledovať závislosť NDV od nadmorskej výšky, sklonu reliéfu či expozície nemalo význam z dôvodu rovinatého charakteru územia s minimálnymi výškovými rozdielmi (max. 100 m). Ďalej sa zisťoval rozdiel v zastúpení NDV v krajinskej pamiatkovej zóne Žehušicko a mimo nej. Podľa vzoru práce Flekalovej (2010) sa analyzoval vzťah medzi NDV a krajinnými priestormi (územné jednotky homogénne z hľadiska krajinného rázu), vymedzenými v práci Lipský a kol. (2012).

V Bielych Karpatoch boli k tomuto účelu zvolené charakteristiky reliéfu (nadmorská výška, sklon svahu, orientácia k svetovým stranám), odvodené z digitálneho modelu reliéfu, pôdne typy (BPEJ), krajinná pokrývka (CORINE Land Cover 2006) a vzdialenosť od sídel. Bola vytvorená vlastná vrstva sídel na podklade ortofotomapy a základných máp 1:10 000. Za sídlo sa považuje nielen súvislé osídlenie reprezentované obcami, ale aj roztrúsené sídla kopaničiarskeho typu. Pre výpočet vzdialenosti od sídla bola použitá Euklidovská vzdialenosť. Vzdialenosť NDV od sídel v Bielych Karpatoch bola hodnotená z dôvodu rozptýleného charakteru osídlenia (rozmiestnenie kopaníc, charakter využitia – neobývané, rekreačne alebo trvale obývané), ktoré môže mať vplyv na vývoj NDV v priestore i čase. Pôdnu mapu v mierke 1:5000 poskytol Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave a mapu CORINE Land Cover 2006 v mierke 1:50 000 Slovenská agentúra životného prostredia v Banskej Bystrici.

Vybrané podkladové vrstvy boli prekryté digitálnou vrstvou NDV v programe ArcGIS a pomocou kontingenčnej tabuľky sa vyjadrilo podielové zastúpenie NDV v jednotlivých kategóriách. Vzťah medzi podmienkami územia a NDV bol štatisticky testovaný.

Krajinnno-ekologické analýzy

Na vyjadrenie priestorovej konfigurácie a kompozície NDV v krajine sa použili krajinné indexy (metriky). Existuje veľké množstvo indexov, ktoré popisujú rôzne aspekty priestorovej štruktúry krajiny (napr. McGarigal, Marks 1994; Botequilha-Leitão et al. 2006). Vybrané krajinné metriky (bližšie charakterizované v kapitolách 7.2 až 7.5) boli počítané pomocou extenzie Patch Analyst a V-LATE pre ArcGIS, príp. v programe Microsoft Excell.

Štatistické spracovanie

Súbory dát boli najskôr overené z hľadiska ich normálneho rozdelenia pomocou Shapiro-Wilkovho testu (Shapiro, Wilk 1965) a graficky pomocou histogramov. Kvantitatívne rozdiely medzi záujmovými územiami hodnotené v závere boli testované pomocou Kruskal-Wallisovej jednosmernej analýzy rozptylu (Kruskal, Wallis 1952) na hladine spoľahlivosti $p=0,05$, pretože dátové súbory nevykazujú normálne rozdelenie. Štatistické analýzy boli vykonané v programe Statistica. Štatistické metódy použité v článkoch sú popísané v jednotlivých kapitolách.

6. POUŽITÁ LITERATÚRA

- BARR, C., PETIT, S. (Eds.) (2001): Hedgerows of the World: their ecological functions in different landscapes. IALE (UK), 380 s.
- BARR, C.J., GILLESPIE, M.K. (2000): Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 23–32.
- BAUDRY, J., BUNCE, R.G.H., BUREL, F. (2000): Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 7–22.
- BAUDRY, J., BUREL, F., AVIRON, S., MARTIN, M., OUIN, A., PAIN, G., THENAIL, C. (2003): Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes: do farming activities help? *Landscape Ecology*, 18, s. 303–314.
- BENČAŤ, T., JANČURA, P. (2008): Význam a funkcia drevín v krajinnom obraze. In: Benčat', T., Jančura, P., Daniš, D. (Eds.): *Vybrané problémy krajiny podhorských a horských oblastí*. Vydavateľstvo Janka Čižmárová – Partner, Poniky, s. 5–8.
- BOTEQUILHA-LEITÃO, A., MILLER, J., AHERN, J., McGARIGAL, K. (2006): *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook*. Island Press, Washington, 245 s.
- BUKÁČEK, R., MATĚJKA, P. (1999): Hodnocení krajinného rázu. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. ČVUT, Praha, s. 159–187.
- BULÍŘ, P. (1981): Rekonstrukce a zakládání rozptýlené zeleně v zemědělské krajině. In: *Ekologie krajiny. Acta ecologica naturae ac regionis. Sborník výzkumných úkolů pro krajinně-ekologickou praxi*. Min. výstavby a techniky ČSR, Praha, s. 14–24.
- BULÍŘ, P., JECH, D., WEBER, M. (1992): Bilancování systému trvalé zeleně ve velkém územním celku. *Acta Pruhoniciana*, 60, s. 29–52.
- BULÍŘ, P., ŠKORPÍK, M. (1987): Rozptýlená zeleň v krajině. Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích, O. P. Sempra, Praha, 112 s.
- BUNCE, R.G.H., GROOM, G.B., JONGMAN, R.H.G., PADOA-SCHIOPPA, E. (Eds.) (2005): *Handbook for surveillance and monitoring of European habitats*. First Edition. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 1219, 107 s.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1990): Structural dynamics of a hedgerow network landscape in Brittany, France. *Landscape Ecology*, 4, s. 197–204.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1995): Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning*, 33, s. 327–340.
- CULEK, M. (ed.) (2005): *Biogeografické členění České republiky II*. Enigma, Praha, 589 s.
- ČÍŽKOVÁ, S., ŠARAPATKA, B., KULIŠŤÁKOVÁ, L. (2008): Nelesní dřevinná vegetace. Návrhy, výsadba a údržba. Bioinstitut, Olomouc, 40 s.
- DIVIAKOVÁ, A. (2010): Nelesná drevinová vegetácia a hodnotenie jej prírodochrannej, biotickej a krajinněekologickej významnosti (modelové územie kataster obce Žibřítov, Štiavnické vrchy). *Geographia Cassoviensis*, roč. IV, s. 48–52.
- DOVER, J., SPARKS, T. (2000): A review of the ecology of butterflies in British hedgerows. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 51–63.
- ELIÁŠ, P. (2010): Od funkcií vegetácie k ekosystémovým službám. *Životné prostredie*, 44, s. 59–64.
- ELZNICOVÁ, J., MACHOVÁ, I. (2010): Identifikace změn rozšíření agrárních valů na úpatí vrchu Oblíku. *studia.OECOLOGICA*, roč. IV, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, s. 5–14.

- ERNOULT, A., ALARD, D. (2011): Species richness of hedgerow habitats in changing agricultural landscapes: are α (alfa) and gama diversity shaped by the same factors? *Landscape Ecology*, 26, s. 683-696.
- FAO (2001): Trees outside the forest: Towards rural and urban integrated resources management. Contribution to the forest resources assessment 2000 report. FAO Forest Conservation, Research and Education Service, Rome.
- FLEKALOVÁ, M. (2010): Rozptýlená zeleň v hodnocení krajinného rázu. Disertační práce. MENDELU, Agronomická fakulta, Brno, 177 s.
- FORMAN, R.T.T., BAUDRY, M. (1984): Hedgerows and hedgerow network in landscape ecology. *Environmental Management*, 8, s. 499-510.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1993): Krajinná ekologie. Academia, Praha, 583 s.
- FRENCH, D.D., CUMMINS, R.P. (2001): Classification, composition, richness and diversity of British hedgerows. *Applied Vegetation Sciences*, 4, s. 213-228.
- GIBBONS, P., LINDENMAYER, D.B., FISCHER, J., MANNING, A.D., WEINBERG, A., SEDDON, J., RYAN, P., BARRET, G. (2008): The future of scattered trees in agricultural landscapes. *Conservation Biology*, 22, s. 1309-1319.
- GUSTAFSON, E.J., PARKER, G. (1992): Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology*, 7, s. 101-110.
- HALADA, Ľ. (2000): Landscape-ecological evaluation of vegetation as a part of the landscape-ecological planning. *Ekológia (Bratislava)*, 19, Supl. 2, s. 99-106.
- HRADECKÝ, J., BUZEK, L. (2001): Nauka o krajině. Ostravská univerzita, Ostrava, 215 s.
- HUBA, M. (ed.) (1988): Historické krajinné štruktúry. Ochrana prírody, odborná príloha spravodaja MV SZOPK, Bratislava, 62 s.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M. (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, 307 s.
- JECH, D., WEBER, M. (1995): Analýza systému trvalé vegetace v zázemí sídel venkovského typu. *Acta Pruhoniciana*, 62, s. 15-29.
- JONGMAN, R.H.G. (2002): Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*, 58, s. 211-221.
- JUPOVÁ, K. (2007): Využití objektové klasifikace dat DPZ pro monitorování rozptýlené zeleně v krajině. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha, 78 s.
- KAVKA, B., ŠINDELÁŘOVÁ, J. (1978): Funkce zeleně v životním prostředí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 235 s.
- KLEINN, C. (2000): On large-area inventory and assessment of trees outside forests. *Unasylva*, 200, s. 3-10.
- KOCOURKOVÁ, J. (2001): Několik málo poznámek a fotografií k tématu semináře. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. Sborník přednášek z mezinárodního semináře, Brno, s. 15-17.
- KOLAŘÍK, J. a kol. (2003): Péče o dřeviny rostoucí mimo les - I. ČSOP, Vlašim, 261 s.
- KOLAŘÍK, J. a kol. (2005): Péče o dřeviny rostoucí mimo les - II. ČSOP, Vlašim, 720 s.
- KOMRSKA, V. (2006): Detekce městské vegetace s využitím objektově orientované klasifikace. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha, 66 s.
- KOZOVÁ, M., PAUDITŠOVÁ, E., FINKA, M. (Eds.) (2010): Krajinné plánovanie. STU, Bratislava, 326 s.

- KRISTENSEN, S.P., CASPERSEN, O.H. (2002): Analysis of changes in a shelterbelt network landscape in central Jutland, Denmark. *Journal of Environmental Management*, 66, s. 171-183.
- KRUSKAL, W., WALLIS, W.A. (1952): Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47, s. 583-621.
- LIPSKÝ, Z. (1995): The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31, s. 39-45.
- LIPSKÝ, Z. (1998): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Karolinum, Praha, 130 s.
- LIPSKÝ, Z., WEBER, M., STROBLOVÁ, L. a kol. (2012): Současnost a vize krajiny Novodvorská a Žehušicka ve středních Čechách. Karolinum, Praha, 408 s.
- LÖW, J. a kol. (1995): Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Teorie a praxe. Doplněk, Brno, 124 s.
- MACHOVEC, J. (1994): Rozptýlená zeleň v krajine. Vysoká škola zemědělská v Brně, ÚKE, Brno, 8 s.
- MANNING, A.D., FISCHER, J., LINDENMAYER, D.B. (2006): Scattered trees are keystone structures – implication for conservation. *Biological Conservation*, 132, s. 311-321.
- MAREČEK, J. (2005): Krajinářská architektura venkovských sídel. ČZU, Praha, 404 s.
- McCOLIN, D. (2000): Hedgerow policy and protection – changing paradigms and the conservation ethic. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 3-6.
- McCOLLIN, D., JACKSON, J.I., BUNCE, R.G.H., BARR, C.J., STUART, R. (2000): Hedgerows as habitat for woodland plants. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 77-99.
- McGARIGAL, K., MARKS, B.J. (1994): Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Oregon State University, USA.
- MEEUS, J. (1995): Pan-European landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 31, s. 57-79.
- MÉROT, P. (1999): The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate. *Agronomie*, 19, s. 655-669.
- MIKLÓS, L., IZAKOVIČOVÁ, Z. (1997): Krajina ako geosystém. VEDA, Bratislava, 153 s.
- MÍCHAL, I. a kol. (1999): Hodnocení krajinného rázu a jeho uplatňování ve veřejné správě. Metodické doporučení. AOPK ČR, Praha, 41 s.
- MOLDAN, B. et al. (1990): Environment of the Czech Republic: translation of the “Blue book”. Ekocentrum, Brno, 315 s.
- MOLNÁROVÁ, K. (2008): Long-term dynamics of the structural attributes of hedgerow networks in the Czech Republic – three cases studies in areas with preserved medieval field patterns. *Journal of Landscape Studies*, 1, s. 113-127.
- MÚDRY, P. (1990): Metódy klasifikácie stromovej a krovinovej vegetácie v krajine. Závěrečná správa VI-5-1/02. Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, 96 s.
- Nařízení vlády 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků.
- Nařízení vlády 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů.
- NOVÁKOVÁ, E., FÉR, F. (1992): Pro život v zeleni. Park kultury a oddechu města Ostravy, Černá louka. 60 s.
- ORESZCZYN, S. (2000): A systems approach to the research of people's relationships with English hedgerows. *Landscape and Urban Planning*, 50, s. 107-117.

- ORES ZCZYN, S., LANE, A. (1999): How hedgerows and field margins are perceived by different interest groups. *Aspects of Applied Biology*, 54, s. 29-36.
- ORES ZCZYN, S., LANE, A. (2000): The meaning of hedgerows in the English Landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 101-118.
- PELLANTOVÁ, J. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. MŽP, Praha, 46 s.
- PETIT, S., BUREL, F. (1998): Effects of landscape dynamics on the metapopulation of a ground beetle (Coleoptera, Carabidae) in a hedgerow network. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 69, s. 243-252.
- PETIT, S., STUART, R.C., GILLESPIE, M.K., BARR, C.J. (2003): Field boundaries in Great Britain: stock and change between 1984, 1990 and 1998. *Journal of Environmental Management*, 67, s. 229-238.
- PLIENINGER, T., PULIDO, F.J., SCHAICH, H. (2004): Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *Journal of Arid Environments*, 57, s. 345-364.
- PLIENINGER, T., HÖCHTL, F., SPEK, T. (2006): Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes. *Environmental Science & Policy*, 9, s. 317-321.
- PLIENINGER, T. (2012): Monitoring directions and rates of change in trees outside forests through multitemporal analysis of map sequences. *Applied Geography*, 32, s. 566-576.
- PLIENINGER, T., SCHLEYER, CH., MANTEL, M., HOSTERT, P. (2012): Is there a forest transition outside forests? Trajectories of farm trees and effects on ecosystem services in an agricultural landscape in Eastern Germany. *Land Use Policy*, 29, s. 233-243.
- POLLARD, E., HOOPER, M. D., MOORE, N. W. (1974): *Hedges*. Collins, London, 256 s.
- PRUDKÝ, J. (2001): Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. MZLU, Brno, s. 3-14.
- RIEZNER, J. (2008): „Záhumenicová semibocage“: typ krajinného rázu Jesenicka. *Geografie*, 113, s. 173-182.
- RUŽIČKA, M. (2000): Krajinnokoekologické plánovanie – LANDEP I. (Systémový prístup v krajinej ekológii). Biosféra, Bratislava, 120 s.
- RUŽIČKA, M., MIKLÓS, L. (1982): Landscape ecological planning (LANDEP) in the process of territorial planning. *Ekológia (ČSSR)*, 1, s. 297-312.
- RUŽIČKA, M., RUŽIČKOVÁ, H., ŽIGRAI, F. (1978): Krajinné zložky, prvky a štruktúra v biologickom plánovaní krajiny. *Quaestiones Geobiologicae*, 23, s. 7-63.
- RUŽIČKOVÁ, H., HALADA, L., JEDLIČKA, L., KALIVODOVÁ, E. (1996): Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. Ústav krajinej ekológie SAV, Bratislava, 192 s.
- RYSZKOWSKI L., KEDZIORA A. (2007): Modification of water flows and nitrogen fluxes by shelterbelts. *Ecological Engineering*, 29, s. 388-400.
- ŘEPKA, R., KAILER, P. a kol. (1994): Metodika mapování fytocenóz významných z hlediska ochrany přírody a krajiny. ČÚOP – Oddělení ekologie krajiny, Praha, 84 s.
- SALAŠOVÁ, A. (2000): Líniové vegetačné prvky z pohľadu krajinného plánu. In: Obnova líniové zeleně v krajině. Sborník přednášek ze semináře. MZLU, Brno, s. 88-93.
- SHAPIRO, S.S., WILK, M.B. (1965): An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, s. 591-611.

- SKALOŠ, J., ENGSTOVÁ, B. (2010): Methodology for mapping non-forest wood elements using historic cadastral maps and aerial photographs as a basis for management. *Journal of Environmental Management*, 91, s. 831-843.
- SKLENIČKA, P. (2003): Základy krajinného plánování. Nadežda Skleničková, Praha, 321 s.
- SKLENIČKA, P., MOLNÁROVÁ, K., BRABEC, E., KUMBLE, P., PITTNEROVÁ, B., PIXOVÁ, K., ŠÁLEK, M. (2009): Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, s. 465-473.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1984): Význam lesa a rozptýlenej zelene pre tvorbu krajiny. Vedecké a pedagogické aktuality 3. Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen, 91 s.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1987): Ochrana rozptýlenej zelene v krajine. Metodicko-námetová príručka č. 9. ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava, 130 s.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. (Eds.) (2002): Katalóg biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 s.
- SUPUKA, J. (1992): Dendrologické otázky tvorby poľnohospodárskej krajiny Južného Slovenska. In: *Introdukované dreviny v prírodnom prostredí Južného Slovenska*. LVU, Zvolen, s. 30-43.
- SUPUKA, J. (1998): Vegetačné formácie ako nástroj tvorby krajiny. *Životné prostredie*, 32, s. 229-232.
- SUPUKA, J., SCHLAMPOVÁ, T., JANČURA, P. (1999): Krajínárska tvorba. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 211 s.
- SUPUKA, J. (2009): Kultúrna vegetácia, významná zložka krajiny. In: Pucherová, Z., Vanková, V. (Eds.): *Problémy ochrany a využívania krajiny – teórie, metódy a aplikácie*. Zborník vedeckých prác. Združenie Biosféra, Nitra, 360 s., CD.
- ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U. a kol. (2008): *Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 272 s.
- ŠPULEROVÁ, J. (2006): Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine. *Životné prostredie*, 40, s. 37-40.
- ŠPULEROVÁ, J. (2007): Nelesná vegetácia a jej hodnotenie pre potreby ochrany prírody. In: Daniš, D., Bahula, P. (Eds.): *Ekológia a environmentalistika*. Janka Čižmarová – Partner, Zvolen, s. 203-213.
- TRNKA, P. (2001): Ekologické aspekty plošné a bodové zeleně v krajině. In: *Obnova plošné a bodové zeleně v krajině*. MZLU, Brno, s. 99-106.
- VANÍČEK, V. (1985): Sociologický přístup k řešení krajinných agrostruktur. *Sborník referátů, DT ČSVTS*, Pardubice, s. 3-7.
- VONDRUŠKOVÁ, H. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. ČÚOP, MŽP, Praha, 55 s.
- VOREL, I. (1999): Prostorové vztahy a estetické hodnoty. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. ČVUT, Praha, s. 20-27.
- VOREL, I. (2006): Krajinný ráz a jeho ochrana. 1. část – Charakter, ráz a identita krajiny. *Ochrana přírody*, 61, 9, AOPK, Praha, s. 262-265.
- VOREL, I. (2007): Aktuální problémy v ochraně charakteru krajiny a krajinného rázu. In: Vorel, I., Kupka, J. (Eds.): *Aktuální problémy ochrany krajinného rázu 2007*. Sborník přednášek z odborného semináře. Centrum pro krajinu s.r.o., Praha, s. 5-8.
- VYSLOUŽIL, M. (2007): Fenomén historických alejí a stromořadí v krajině. *Zahrada – Park – Krajina*, 17, s. 14-16.
- Vyhláška MŽP ČR č. 189/2013 Sb., o ochraně dřevin a povolování jejich kácení.

Vyhláška MŽP SR č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 542/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.

ZONNENVELD, I.S. (1995): Land Ecology. SPB Academic Publishing, Amsterdam.

ZUNDEL, R. (1992): Bäume im ländlichen Siedlungsbereich. AID, Bonn, 28 s.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.

ŽIHĽAVNÍK, S., SCHEER, L. (2001): Diaľkový prieskum Zeme v lesníctve. Technická univerzita, Zvolen, 289 s.

Internetové zdroje:

AOPK ČR: Finančné nástroje starostlivosti o prírodu a krajinu [online]. Dostupné z <<http://www.dotace.nature.cz>> [cit. 2014-11-1]

Environmentálny fond [online]. Dostupné z <http://www.envirofond.sk/sk/podpora_dotacie.html> [cit. 2014-11-1]

Portál veřejné správy (CENIA) [online]. Dostupné z <<http://geoportal.cenia.cz/>> [cit. 2011-3-3]

Operačný program Životné prostredie [online]. Dostupné z <<http://www.opzp.sk/dokumenty/programove-dokumenty/opzp>> [cit. 2014-11-1]

7. ČLÁNKY

7.1. ROZPTÝLENÁ ZELEŇ V KRAJINĚ NOVODVORSKA A ŽEHUŠICKA

ABSTRAKT: Příspěvek přináší informace o mapování rozptýlené zeleně v krajině za účelem zjištění jejího současného stavu a sledování její vazby na podmínky prostředí (nejen přírodní). Terénní průzkum v kombinaci s interpretací leteckých ortofotosnímků proběhl v středních Čechách na území Novodvorská a Žehušicka, které bylo předmětem zkoumání projektu „Kačina“ (Projekt VaV 2B06013). Příspěvek představuje metodiku mapování a dosažené výsledky, které poukazují na nerovnoměrné zastoupení rozptýlené zeleně v této zemědělsky intenzivně využívané krajině.

KLÍČOVÉ SLOVÁ: rozptýlená zeleň, plošné prvky, bodové prvky, liniové prvky, mapování

ÚVOD

Rozptýlená zeleň je termín používaný v územním a krajinném plánování a v odborné literatuře zabývající se tvorbou a ochranou krajiny, životním prostředím apod. Termínem *rozptýlená zeleň* (též nelesní dřevinná vegetace nebo nelesní zeleň) rozumíme především trvalé porosty dřevin včetně bylinného patra, které nejsou lesem, zemědělskou kulturou ani součástí zeleně intravilánu sídel (Bulíř 1981; Mareček 2005). Patří sem spontánně vzniklé přírodní prvky i uměle založené vegetační útvary (Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994).

Ve starší odborné literatuře můžeme pro takovéto porosty nalézt označení nelesní nebo mimolesní, roztroušená, rozvinutá, mozaikovitá či vysoká zeleň. V novější literatuře se lze také setkat s termínem dřevinné vegetační prvky.

Rozptýlená zeleň tvoří významnou složku venkovské krajiny, v níž plní mnoho důležitých funkcí. Česká krajina však prodělala ve 2. polovině 20. století dramatické změny, při nichž byla rozptýlená zeleň ve volné krajině až do 80. let většinou bezohledně likvidována. Na druhé straně došlo ke spontánnímu nárůstu dřevinné zeleně na plochách, které se přestaly obdělávat. Cílem tohoto je představit výsledky mapování a zhodnocení současného stavu rozptýlené zeleně ve vybraném území řešení projektu „Kačina“. Právě ve zdejší staré kulturní, člověkem cíleně utvářené krajině představuje rozptýlená zeleň významný krajinnotvorný prvek (Lipský a kol. 2011).

Typy a funkce rozptýlené zeleně

Podle tvaru se prvky rozptýlené zeleně člení na liniové, plošné a bodové (Sláviková 1984; Supuka a kol. 1999; Prudký 2001; Trnka 2001; Sklenička 2003) – viz Tab. 1. Za rozptýlenou zeleň se tedy považují plochy dřevin s rozlohou menší než 0,3 ha, liniové porosty a solitéry či skupiny dřevin (např. remízky, stromořadí, doprovodná zeleň vodních ploch a vodních toků, zeleň podél komunikací, porosty dřevin na mezích, na hranicích pozemků i na plochách nevhodných k hospodářskému využívání).

Rozptýlená zeleň je v našich podmínkách typická pro zemědělskou krajinu. Z historického hlediska se formovala trojím způsobem:

1. ústupem lesů; rozptýlená zeleň může být zbytkem původních lesních společenstev na plochách nevhodných pro zemědělské využívání;
2. přirozeným šířením, náletem lesních dřevin mimo lesní porosty na opuštěné nevyužívané plochy;
3. vědomým šířením (výsadba nebo výsev) a pěstováním dřevin člověkem (Sklenička 2003).

Tab. 1 Členění prvků rozptýlené zeleně podle tvaru

Prvky rozptýlené zeleně	Definiční znaky a prostorové parametry	Příklady
Plošné	min. velikost 50 m ² , max. velikost 0,3 ha	remízky, háje, porosty křovin
Liniové	min. délka 30 m, šířka max. 30% délky	břehové porosty, aleje podél komunikací, zarostlé meze, větrolamy, živé ploty
Bodové (solitérní)	1-3 jedinci (stromy nebo keře)	solitérní strom nebo skupina stromů či keřů, často doprovázející drobné artefakty v krajině – kříže, kapličky, památníky

Prvky rozptýlené zeleně jsou důležitou součástí struktury krajiny a významným způsobem ovlivňují její vizuální charakteristiky včetně krajinného rázu. V pojetí krajinné struktury podle Formana a Godrona (1993) lze prvky rozptýlené zeleně označit jako zbytkové (ad 1), regenerující (ad 2) nebo introdukované (ad 3) plošky a koridory.

Podle druhového složení můžeme rozlišit porosty tvořené přírodními druhy, většinou spontánně vzniklé, a porosty tvořené vysazenými nepůvodními druhy dřevin, které mohou být ovocné nebo okrasné. Často ovšem dochází ke kombinaci jednotlivých typů.

Rozptýlená zeleň plní v krajině mnoho funkcí, které se často překrývají. Její význam je tedy typicky polyfunkční. Touto problematikou se zabývá celá řada autorů (např. Trnka 2001; Sklenička 2003; Špulerová 2006 a další). Časté je členění na funkce produkční a mimoprodukční, které u rozptýlené zeleně převládají. Schematický přehled a možné členění funkcí rozptýlené zeleně uvádí Tab. 2.

Metody mapování a hodnocení rozptýlené zeleně ve venkovské krajině

V roce 1994 byly schváleny a publikovány dvě metodiky podrobného mapování krajiny v měřítku 1: 10 000 (Pellantová a kol. 1994; Vondrušková a kol. 1994), jejichž cílem je získat pro ochranu přírody a krajiny do té doby chybějící data o současném využívání krajiny a její aktuální vegetaci. Mapování v obou případech plošně pokrývá celou krajinu s výjimkou sídelního intravilánu. Od roku 1995 se toto mapování krajiny stalo závazným podkladem pro vymezování kostry ekologické stability a návrh lokálního ÚSES (Löw a kol. 1995). Mapová legenda obou metodik rozlišuje bodové, liniové a plošné segmenty krajiny a lze ji dobře využít i pro mapování prvků rozptýlené zeleně v daném měřítku 1: 10 000. Ekologicky významné segmenty jsou podrobně charakterizovány v tabulkách, kde je zaznamenáno jejich druhové složení, význam, zdravotní stav, případné ohrožení a návrh managementových opatření na jejich ochranu nebo zlepšení stavu. Pro každou mapovanou jednotku se také stanoví stupeň ekologické stability (stupně 0-5 v 6 bodové stupnici), který vychází ze současného stavu vegetace.

Další, specificky zaměřenou metodikou, je metodika mapování fytocenóz významných z hlediska ochrany přírody a krajiny (Řepka, Kailer a kol. 1994), jež na rozdíl od předchozích nemapuje plošně celou krajinu, ale jen vybrané, přírodě blízké segmenty krajiny a jejich společenstva. Vybraná, především přírodě blízká a ochranná významná společenstva včetně prvků rozptýlené zeleně byla mapována také v rámci mapování biotopů České republiky v letech 2000-2004 podle Katalogu biotopů ČR (Chytrý, Kučera, Kočí 2001).

Tab. 2 Funkce rozptýlené zeleně v krajině (podle Flekalové 2010)

Funkce rozptýlené zeleně		Příklady a bližší specifikace
Ekologická	biotická	stanoviště rostlin a živočichů útočiště a úkryt pro řadu živočichů koridorový efekt – tvoří biokoridory a usnadňuje pohyb krajinou ekotonový efekt zvýšení a ochrana biodiverzity
	abiotická	půdoochranná – ochrana před vodní a větrnou erozí hydrická – retence a infiltrace vody, zpevnění a ochrana břehů klimatická – snížení teplotních rozdílů, zvýšení vzdušné vlhkosti, snížení rychlosti větru
	stabilizační	zvýšení ekologické stability
Hygienická		produkce kyslíku zachycování prachu a pesticidních látek filtrace pachů snižování hluchnosti
Estetická, krajinotvorná		pozitivní vizuální vnímání zpestření krajinné struktury, zlepšení hodnot krajinného rázu vytváření krajinných dominant clona esteticky rušivých krajinných prvků
Orientační		pomáhá člověku (i větším živočichům) orientovat se v monotónní krajině
Organizační		ohraničení pozemků
Rekreační		poskytuje stín, vůně, pozitivní scénérie zvyšuje rekreační potenciál krajiny
Sakrální a rituální		doprovod sakrálních staveb posvátné stromy a háje – vztah k pověstem a rituálům
Kulturně historická		vysazené stromy často vyznačují události (tragické úmrtí, vznik republiky atd.)
Produkční		produkce dřeva sklizeň, sběr plodů sběr listů a květů léčivých rostlin potrava včel > produkce medu
Ostatní, kombinované		např. vodohospodářská

Tradičními důvody hodnocení rozptýlené zeleně je ochrana zemědělského půdního fondu, ochrana přírody a krajiny a hodnocení krajinného rázu. Jech a Weber (1995) zastupují krajinářský přístup, když doporučují při všeobecném hodnocení trvalé krajinné zeleně na venkově věnovat pozornost jejímu výškovému členění, estetickým a historickým charakteristikám, případně rekreačnímu využití. Bulíř, Jech a Weber (1992) navrhuje bodové hodnocení vegetačních prvků rozptýlené zeleně podle funkcí, které v krajině zajišťují (význam pro uchování biodiverzity a genofondu, funkce ekostabilizační, sociální, hygienická, produkční). Čím vyšší bodové hodnoty vegetační prvek dosáhne, tím náležitější je stupeň jeho ochrany či obnovy.

Rozptýlená zeleň je podle více autorů jedním z typických znaků krajinného rázu. Různé formy a uspořádání prvků rozptýlené zeleně vtiskují krajině její specifický ráz. Vorel (1999) uvádí, že rozptýlená zeleň obecně (solitérní stromy, aleje, remízky, břehové porosty) patří k nejvýznamnějším krajinotvorným prvkům, protože zvyšuje diverzitu krajiny a vytváří esteticky libé body a plochy. V metodikách hodnocení krajinného rázu je přítomnost rozptýlené vegetace vesměs vnímána jako kladná přírodní a estetická hodnota krajinného rázu a zásadní určující znak jeho přírodní charakteristiky (Bukáček, Matějka 1999). Přírodní hodnota je pak dána zastoupením přirozených ekosystémů a druhovou pestrostí. Míchal a kol. (1999) zmiňuje aktuální vegetaci jako součást kulturní charakteristiky krajinného rázu, doporučuje ji však kvantifikovat zjednodušeně, např. stupni ekologické stability.

Bukáček a Matějka (1999) v popisu rozptýlené zeleně pro účely hodnocení krajinného rázu rozlišují jako základní prostorové typy krajinné zeleně solitérní vzrostlé stromy, pásy a linie stromů a keřů, shluky a remízky stromů a keřů. Podle dalších kritérií pak rozlišují aleje, sady, stromořadí, meze, větrolamy, živé ploty, břehové porosty, nálety na zemědělské půdě a porosty umělých civilizačních prvků. Vorel (2007) jako krajinný architekt upozorňuje na drobnou architekturu v krajině, která bývá často doprovázena skupinou stromů, což také dotváří charakteristickou podobu české krajiny, dále na rozptýlenou zeleň na mezích a podél cest či umělecky ztvárněné kompozice alejových výsadeb, které se mohou stát dominantním rysem krajiny. Podrobněji se hodnocením rozptýlené zeleně v metodikách krajinného rázu zabývá Flekalová (2010).

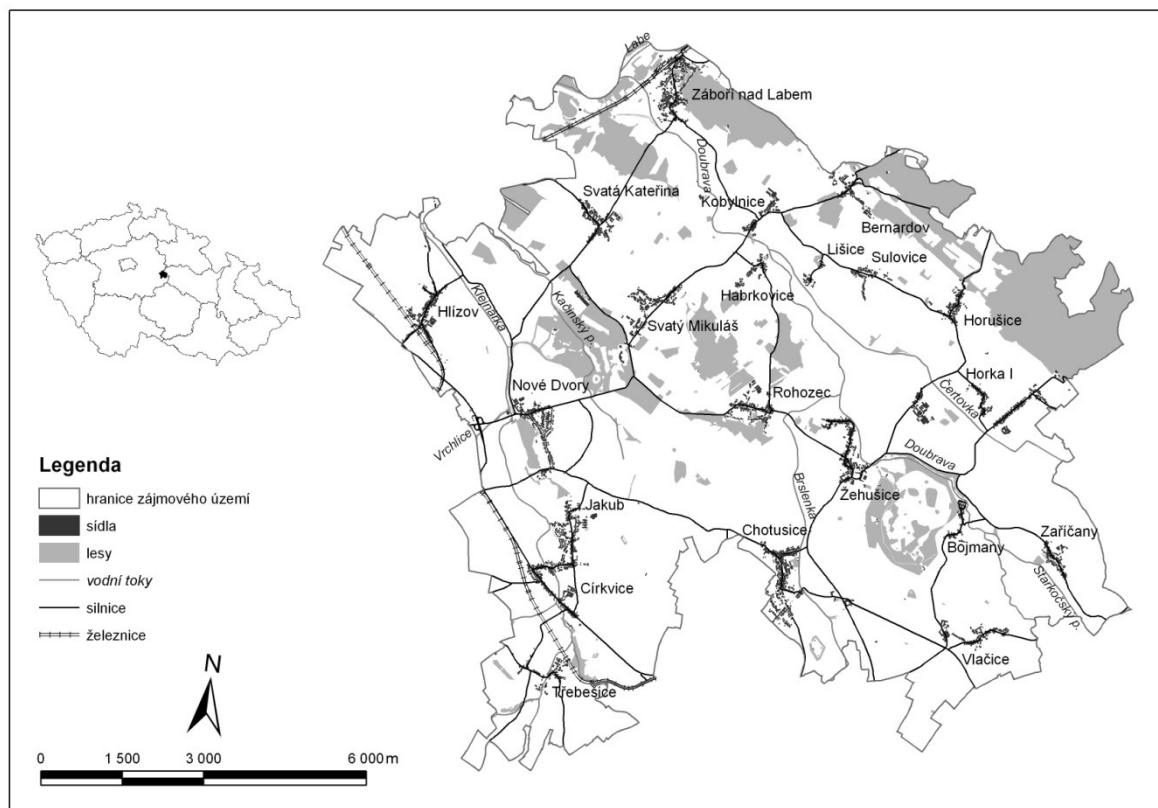
CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Pro mapování a hodnocení rozptýlené zeleně v krajině bylo zvoleno modelové území řešené v rámci projektu „Kačina“ (informace o projektu viz www.projektkacina.estranky.cz). Zahrnuje 21 katastrálních území (14 administrativních obcí) o celkové výměře přes 113 km². Leží v nížinaté severovýchodní části okresu Kutná Hora, v povodí dolních toků Doubravy a Klejnárky. Geomorfologicky je území součástí Čáslavské kotliny (200-230 m n. m.), s výjimkou severovýchodního okraje, kam zasahuje výběžek Železných hor (max. 320 m n. m.). Značnou část Čáslavské kotliny zauímají široké nivy dolních toků Doubravy a Klejnárky. Přes poměrně jednoduchou geologickou a geomorfologickou stavbu je v rovinatém území vyvinutá pestrá mozaika půdních typů a půdních druhů. V závislosti na substrátu, který tvoří spraše a sprašové hlíny, slíny, fluvialní náplavy a váté písky, se tak střídají černozemě a hnědozemě, kambizemě, rendziny a fluvizemě, které převládají v údolních nivách (Lipský 2001). S půdní mozaikou úzce koresponduje rozložení potenciální přirozené vegetace, v níž dominuje tvrdý a měkký luh v údolních nivách (jilmová doubrava, střemchová jasenina, mokřadní olšina), lipová doubrava a černýšová dubohabřina na Kačinském hřebetu a v jihozápadním okraji území, borová doubrava na písčitém substrátu a biková nebo jedlová doubrava na svahu Železných hor (Neuhäuslová a kol. 1998). Při minimální reliéfově členitosti se tak v území vyskytuje celkem 11 biochor druhého vegetačního stupně, ve výběžku Železných hor se nacházejí dvě biochory 3. vegetačního stupně. (Culek a kol. 2005). Největší část území (83 %) patří do Polabského bioregionu, menší část (10 % území) na západním okraji připadá na Českobrodský bioregion a 7 % na východním okraji patří k Železnohorskému bioregionu (Culek a kol. 1996).

Současná krajina je převážně intenzivně zemědělsky využívána s převahou orné půdy, která zauímá dvě třetiny území. Od zbývajících částí Čáslavské kotliny se přesto zřetelně odlišuje specifickým krajinným rázem zejména v jádrové části území v širším okolí zámků Kačina a Žehušice. Pestřejší krajinná struktura s vyšším podílem lesních ploch a liniových prvků rozptýlené zeleně je zde výsledkem cílevědomých, esteticky motivovaných krajinářských úprav v 18. a 19. století (Lipský, Demková a kol. 2011). Větší část území je součástí krajinné památkové zóny Žehušicko, v prostoru

obory a parku kolem zámku Kačina byla na ploše 196,77 ha vyhlášena evropsky významná lokalita soustavy NATURA 2000.

Obr. 1 Zájmové území



METODIKA PRÁCE

V území bylo provedeno terénní mapování prvků rozptýlené zeleně v extravilánu obcí. Terénnímu mapování v měřítku 1: 10 000 předcházela vizualizace ortofotosnímků a předběžný výběr prvků rozptýlené zeleně na snímcích.

Identifikace (manuální vizualizace) rozptýlené zeleně proběhla v programu ArcGIS na podkladě aktuálních ortofotosnímků podle velikostních parametrů, uvedených v definici prvků rozptýlené zeleně (plošné prvky menší než 0,3 ha, délka liniových prvků min. 30 m). V rámci terénního mapování se ověřovala existence vizualizovaných prvků, jejich charakteristiky a stav. Za tímto účelem byla sestavená terénní karta (viz. Tab. 3), jejíž obsah vychází z velké části z existujících metodických prací Slávikové (1987), příp. Pellantové a kol. (1994).

Tab. 3 Terénní karta

Kód prvku		Typ, kategorie	
Délka, šířka (m)		Plocha (m ²)	
Etáž		Výška (m)	
Lokalita			
Využití			
Druhové složení			
Formace		Původnost druhů	
Zápoj		Zdravotní stav	

Příčina výskytu		Funkce	
Ohrožení		Stupeň ekologické stability	
Dutiny v stromě	Ano x ne	Mrtvé dřevo	Ano x ne
Semenáčky	Ano x ne		

Kód prvku – skládá se z písmene (P – plošný, L – liniový, B – bodový) a pořadového čísla. Každému prvku rozptýlené zeleně se přiřadí nový kód.

Typ, kategorie

P – remíz, zeleň na plochách nevhodných k hospodářskému využívání (např. zamokření, skalní výchozy, hromady vysbíraného kamení apod.), na opuštěných plochách (ležících ladem);

L – stromořadí (jedna řada dřevin podél cestních komunikací), pás dřevin (víceřadá linie dřevin podél cestních komunikací), doprovodná zeleň železnic, břehový porost, větrolam, liniová zeleň na mezi;

B – solitér, skupina dřevin (max. 3 vzrostlí jedinci).

Délka, šířka (u liniových porostů) – vypočítají se v programu ArcGIS.

Plocha (u bodových a plošných prvků) – vypočítají se v programu ArcGIS.

Etáž (patro) – vertikální struktura porostu: 2-etážový (do výšky 3 m), 3-etážový (3 m a více).

Výška – určí se odhadem v terénu, případně výškoměrem.

V případě solitérního stromu se změří obvod kmene (cm) ve výšce 130 cm nad zemí.

Lokalita – název lokality, její charakteristiky jako zamokření, výskyt vodního toku, vodní plochy, výrazných tvarů reliéfu (konkávní, konvexní), nadmořská výška, sklon, expozice (odvozené z digitálního modelu terénu v programu ArcGIS).

Využití – současné využití pozemku.

Druhové složení – výskyt všech přítomných druhů (příp. rodů) dřevin v porostu; v případě jednoznačné převahy některých druhů se uvede jejich dominance.

Formace – výlučně stromový, výlučně keřový, smíšený porost (Sláviková 1987).

Původnost druhů – domácí (autochtonní), nepůvodní (allochtonní).

Zápoj – dokonalý, přerušovaný (mezerovitý porost).

Zdravotní stav – bez viditelného poškození; schnutí listů; napadení škůdci; mechanické poškození atd. (Pellantová a kol. 1994).

Příčina výskytu – náhodný, záměrně vysazený (např. podél komunikací).

Funkce – produkční, mimoprodukční (biotické, abiotické).

Ohrožení – negativní ovlivnění rozptýlené zeleně antropogenní činností (uvede se konkrétně druh činnosti a míra ohrožení (Sláviková 1987).

Stupeň ekologické stability – v rozmezí 2 až 4, uvádí se pouze u plošných a liniových prvků (dle metodiky mapování krajiny, Pellantová a kol. 1994).

Jako doplňující informace slouží údaje:

Dutiny ve stromech – mají význam jako potenciální hnízdní dutiny pro ptáky.

Mrtvé dřevo – jeho přítomnost je významná z hlediska ochrany brouků.

Semenáčky – jejich přítomnost ukazuje na probíhající nebo potenciální zmlazování.

Pro identifikované prvky rozptýlené zeleně byly vypočítané jejich plochy, délky, procentuální zastoupení a podíl na jednotku plochy v každém katastrálním území a na zemědělském půdním fondu (ZPF). ZPF zahrnuje pro účely tohoto výpočtu pouze kategorie orná půda a trvalý travní porost (podle Zabaged). Ostatní kategorie zemědělské půdy jako koniferové školky, sady, zahrady atd. byly vynechané. Tyto kategorie vlastně samy o sobě představují jinou formu trvalé zeleně v krajině, i když nejsou zahrnuty do definice rozptýlené zeleně. Vzhledem k jejich nerovnoměrnému zastoupení by jejich zařazením byly výsledky významně zkreslené. Výsledky ve formě tabulek a map jsou slovně interpretované.

Z informací zjištěných terénním mapováním nás především zajímalo, na jaká stanoviště (podmínky prostředí) je vázaný výskyt rozptýlené zeleně, jaké funkce rozptýlená zeleň plní, jaké je její druhové složení a které jsou nejčastěji se vyskytující geograficky nepůvodní druhy dřevin.

VÝSLEDKY

Terénní mapování proběhlo ve vegetačním období v letech 2010 a 2011. Sumární výsledky zastoupení bodových, liniových a plošných prvků rozptýlené zeleně jsou uvedeny v Tab. 4. V území bylo identifikováno 539 bodových a 201 plošných prvků na celkové ploše 15,3 ha, což představuje pouze 0,13 % celkové rozlohy zájmového území. Na 1 km² připadá průměrně 221 m² bodové a 1128 m² plošné zeleně. K tomu přistupuje významná plocha liniových prvků. Liniová zeleň zde dosahuje celkové délky 249 km, průměrně 2300 m na 1 km², a představuje daleko nejvýznamnější kategorii rozptýlené zeleně. Průměrná šířka liniových struktur rozptýlené zeleně stanovená na základě půdorysného průmětu korun na ortofotomapě dosahuje 10 m. Expertním odhadem byla tato hodnota snížena na průměrnou šířku 6 m. Při této průměrné šířce se celkový podíl rozptýlené zeleně na ZPF zvýšil na 1,7 %. I kdyby průměrná šířka liniových prvků byla jen 2-3 m, což platí v případě doprovodné zeleně komunikací, pokrývají liniové prvky rozptýlené zeleně mnohem větší plochu než bodová a plošné prvky dohromady.

Tab. 4 Velikostní parametry prvků rozptýlené zeleně

Prvky RZ	Počet prvků	Celková plocha (m ²), délka (m)	Průměrná plocha (m ²)	Podíl (%) na ploše území	Podíl (%) na ploše ZPF
Bodové	539	25 033 m ²	45	0,02	0,03
Plošné	201	127 799 m ²	620	0,11	0,09
Liniové	---	249 261 m	---	1,16	1,56

Číselné hodnoty ukazují, že zastoupení rozptýlené zeleně je nízké zejména v případě bodových a plošných prvků. V krajině převažují velké bloky zemědělské půdy, z nichž byly jakékoliv jiné struktury, které narušovaly jejich celistvost, v minulosti odstraněny (Lipský 1994). Liniové struktury rozptýlené zeleně mají příznivější zastoupení, nejedná se ale zdaleka ve všech případech o souvislé linie dřevin. Především doprovodná zeleň vodních kanálů a komunikací je mezerovitá a celkově méně kvalitní.

Mezi jednotlivými katastrálními územími existují značné rozdíly v zastoupení jednotlivých forem rozptýlené zeleně (Tab. 5). Největší zastoupení plošné a bodové rozptýlené zeleně v katastru Žehušic je způsobené přítomností oborů, která vyniká právě pestrou mozaikou plošek dřevinné zeleně. Nejmenší podíl bodových a plošných prvků zeleně je v katastrech Lišice, Sulovice, Kobylnice a Hlízov, tedy v oblasti při dolní Doubravě a Klejnárce s minimální lesnatostí, kde převládají velké

fádní lány orné půdy v odvodněné údolní nivě. Naopak Bojmany, Vlačice, Lišice, Habrkovice a Sulovice (Sulovická hráz bývalého rybníka) při Doubravě spolu s Třebešicemi, Církvicí, Novými Dvory a Hlízovem při Klejnárce a Chotusicemi na Brslence mají především zásluhou břehových porostů podél těchto řek a jejich přítoků nejvyšší zastoupení liniové rozptýlené zeleně.

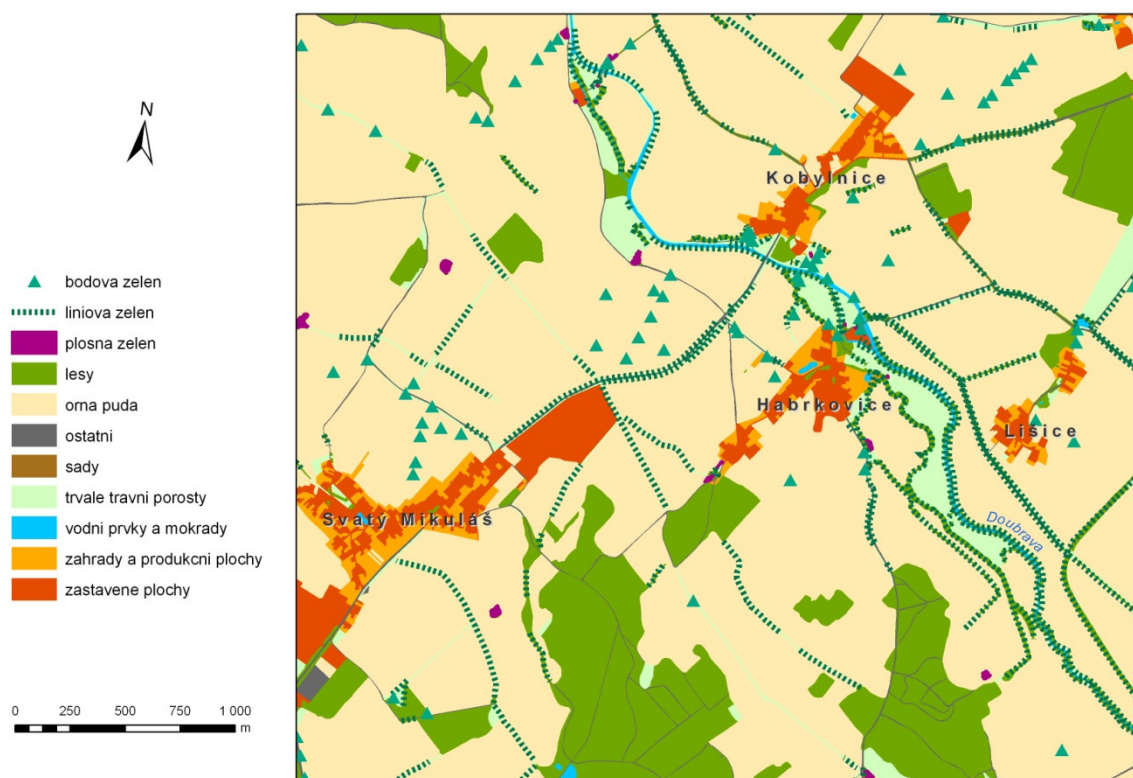
Tab. 5 Zastoupení rozptýlené zeleně v jednotlivých katastrálních územích Novodvorská a Žehušicka

Katastrální území	Zastoupení prvků rozptýlené zeleně			
	bodové (v % z celkové plochy území)	plošné (v % z celkové plochy území)	liniové (v % z celkové plochy území)	liniové (v m na 1 km ²)
Bernardov	0,007	0,158	0,48	799
Bojmany	0,002	0,027	4,07	6778
Církvice u Kutné Hory	0,010	0,073	2,01	3343
Habrkovice	0,051	0,163	2,31	3851
Hlízov	0,019	0,049	1,40	2341
Horka u Žehušic	0,017	0,018	1,31	2177
Horušice	0,022	0,090	0,53	886
Chotusice	0,015	0,139	1,93	3209
Jakub	0,013	0,120	1,17	1955
Kobylnice nad Doubravou	0,039	0,044	1,19	1986
Lišice u Sulovic	0,007	0	2,43	4043
Nové Dvory u Kutné Hory	0,026	0,087	1,89	3146
Rohozec u Žehušic	0,007	0,198	0,59	991
Sulovice	0,015	0,025	1,76	2936
Svatá Kateřina u Svatého Mikuláše	0,018	0,151	0,77	1277
Svatý Mikuláš	0,030	0,244	0,66	1106
Třebešice	0,012	0,037	1,61	2684
Vlačice	0,007	0,085	2,11	3511
Záboří nad Labem	0,021	0,103	0,83	1380
Zaříčany	0,020	0,042	1,70	2830
Žehušice	0,075	0,335	1,29	2156
celé území	0,02	0,11	1,16	2300

Liniová rozptýlená zeleň je tvořena převážně doprovodnou zelení podél komunikací a břehovými porosty podél vodních toků včetně umělých kanálů a vodních ploch. Velmi malý podíl tvoří liniové prvky na terénních vyvýšeninách nebo na hranici pozemků. Jen výjimečně se zachovaly linie jako historické krajinné struktury (hráz zaniklého rybníka).

Plošné porosty se vyskytují nejčastěji v polích, buď jako remízky nebo jsou vázané na terénní tvary reliéfu a zamokřená místa. Plošné prvky se vyskytují také v parku kolem zámku Kačina a v Žehušické oboře a patří mezi ně také sukcesní porosty dřevin na opuštěných nevyužívaných plochách, které mají často ruderalní charakter.

Obr. 2 Rozptýlená zeleň v časti území (Svatý Mikuláš, Habrkovice, Kobylnice, Lišice)



Největší podíl bodových prvků připadá na solitérní keře bezu černého na polích, hlavně u sloupů elektrického vedení. Významné solitéry rostou na křižovatkách cest, při Božích mukách a jiných památnících. Vyskytují se také na loukách (v nivě Doubravy) anebo jsou součástí historické, esteticky komponované krajiny (Kačinská a Žehušická obora).

Obr. 3 Topolová alej u Nových Dvůrů (foto M. Weber)



Druhov é složení porostů rozptýlen é zelen é je poměrně pestré. V břehových porostech převládají vrby (*Salix sp.*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) doprovázené střemchou (*Padus avium*), pobřežní houštiny jsou často propletené liánami chmelu otáčivého (*Humulus lupulus*). V polní krajině se v rozptýlen é zeleni vyskytuje nejčastěji bez černý (*Sambucus nigra*), trnka obecná (*Prunus spinosa*), růže šípková (*Rosa canina*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*), dále kalina obecná (*Viburnum opulus*), svída krvavá (*Swida sanguinea*) a řada druhů ostružiníku (*Rubus idaeus* a další). Do porostů rozptýlen é zeleně pronikají přirozeným náletem některé původní lesní druhy listnatých dřevin, nejčastěji dub letní (*Quercus robur*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), jilm habrolistý (*Ulmus minor*), javor babyka (*Acer campestre*), topol osika (*Populus tremula*), jablň lesní (*Malus sylvestris*), hrušeň planá (*Pyrus pyraster*) a třešeň ptačí (*Cerasus avium*). Vedle původních domácích dřevin se na druhovém složení rozptýlen é zeleně v krajině podílí řada introdukovaných nepůvodních druhů, nejčastější jsou trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), šeřík obecný (*Syringa vulgaris*), pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*) a tavolníky (*Spiraea sp.*). V liniových doprovodných porostech podél komunikací i na březích kanálů byl často vysazen nepůvodní javor jasanolistý (*Acer negundo*), zatímco ovocné dřeviny tradičně doprovázející silnice a polní cesty (jabloně, hrušně, třešně, švestky) dnes dožívají a nejsou obnovovány. Nivní krajině Doubravy a Klejnárky dodávají charakteristický krajinný ráz výsadby mohutného topolu kanadského (*Populus x canadensis*). V okolí Kačiny, Nových Dvůrů a Žehušic jsou charakteristické kaštanové (jírovec maďal – *Aesculus hippocastanum*) a lipové (lípa srdčitá – *Tilia cordata*) aleje podél komunikací, vysazené v období krajinářských úprav.

Mezi bodovými prvky dominuje jednoznačně bez černý (*Sambucus nigra*) vyskytující se jako solitér v polích. Jeho bodový výskyt je podmíněný antropogenními artefakty - sloupy elektrického vedení a skružemi zavlažovacích soustav. Ze stromových druhů rostou jako solitéry nejčastěji dub, lípa a jasan.

Obr. 4 Rozptýlená zeleň v Žehušické oboře (foto M. Weber)



Rozptýlená zeleň plní v krajině mnoho funkcí, mezi nimiž výrazně převažují funkce mimoprodukční. Významně dotváří, zpestřuje a ovlivňuje krajinnou strukturu, má rozhodující a pozitivní vliv na vnímání krajiny a krajinný ráz. Zvyšuje estetické hodnoty i biologickou rozmanitost krajiny. Vytváří nové biotopy v krajině, které poskytují úkryt, útočiště a potravní základnu pro

množství organismů. Liniové struktury rozptýlené zeleně usnadňují organismům pohyb v krajině a často jsou využívány jako migrační koridory. V územním systému ekologické stability se stávají součástí lokálních biokoridorů nebo tvoří interakční prvky.

Významná je i protierozní, klimatická a hydrická funkce rozptýlené zeleně. Protierozní a retenční funkci má hlavně na polích, ochrannou např. na březích vodních toků a kanálů. Liniové porosty podél komunikací plní hygienickou a orientační funkci. V některých částech zájmového území, především v okolí Nových Dvůrů, částečně Svatého Mikuláše a Žehušic se stala rozptýlená zeleň určujícím znakem krajinného rázu.

Obr. 5 Plošná rozptýlená zeleň u Svatého Mikuláše (foto K. Demková)



DISKUSE A ZÁVĚR

V zájmovém území převládá intenzivní zemědělské využívání krajiny s rozsáhlými bloky orné půdy, v nichž má rozptýlená zeleň jen malé zastoupení. Tento nedostatek částečně nahrazuje zeleň vytvořená krajinářskými úpravami v 18.–19. století především v okolí zámku Kačina, na Novodvorskú a Žehušicku.

Machovec (1994) uvádí na základě podrobných průzkumů, že má-li rozptýlená zeleň plnit své polyfunkční poslání, musí zaujímat minimálně 1,5 % zemědělského půdního fondu. V zájmovém území činí tento podíl 1,7 % (při šířce liniových porostů 6 m), což mírně převyšuje danou minimální hodnotu. Přesto se domníváme, že zejména na orné půdě, která tvoří více než 93 % zemědělské půdy a je dominantní kategorií využívání krajiny zájmového území, by bylo žádoucí zvýšení podílu rozptýlené zeleně. Také mnohé kanály a polní cesty jsou lemované sporadickými liniemi dřevin s chudým druhovým složením nebo jsou mnohdy vůbec bez dřevinné vegetace. Proto už v rámci projektu „Kačina“ byly vypracované návrhy a počítačové simulace na zvýšení podílu rozptýlené zeleně v krajině Novodvorská a Žehušicka (Obr. 6).

Terénním průzkumem bylo zjištěno, že v krajině dominuje liniová zeleň podél komunikací a vodních prvků. Její stav závisí na péči a možnostech správců komunikací a vodních toků. V případě hlavních vodních toků, jejichž správcem je podnik Povodí Labe, se výrazně liší stav a management břehových porostů Klejnárky a dolní Doubravy. Oba toky tvoří osu regionálního biokoridoru. Břehové porosty Klejnárky jsou v průměru v mnohem lepším ekologickém stavu a lépe plní svou biokoridorovou funkci. K dolnímu toku Doubravy přistupuje správce toku vzhledem k tvrdé technické

úpravě koryta a břehů jako k vodnímu dílu a management břehových porostů je podřízen technickým potřebám protipovodňové ochrany. Podobně neuspokojivý je stav břehových porostů většiny malých vodních toků, jejichž management byl dosud v kompetenci Zemědělské vodohospodářské správy (Lipský, Bicanová 2009). Ke zlepšení stavu by obecně přispěla realizace komplexních pozemkových úprav spojená s realizací lokálního ÚSES a revitalizací vodních toků.

Obr. 6 Návrh na doplnění rozptýlené zeleně v krajině Novodvorska a Žehušicka (T. Oršulák)



Zajímavostí jsou linie dřevin na vyvýšených zemních tělesech bývalých rybníčních hrází, které dnes tvoří historické krajinné struktury. Plošná rozptýlená zeleň se vyskytuje hlavně v podobě remízků, dále na zamokřených a opuštěných plochách. Významné solitéry rostou na křižovatkách cest, na hranicích pozemků, při božích mukách a místy na loukách.

Podíl nepůvodních druhů v bodové rozptýlené zeleni ve zkoumaném území není významný, v plošných prvcích je spíše doplňkový. Největší zastoupení mají allochtonní druhy v liniové dřevinné vegetaci. Jejich zvýšený podíl by mohl vést ke snížení ekologické stability či krajinařské hodnoty území. Nepůvodní druhy postupně nahrazují tradiční linie ovocných dřevin, které pomalu dožívají a nejsou obnovovány. Je proto nezbytné se o tyto linie starat a vysázet mladé, života schopné jedince, které je časem vystřídají.

Rozptýlená zeleň významně ovlivňuje vnímání a fungování krajiny, její biodiverzitu, ekologickou stabilitu i krajinný ráz. V roce 2009 se proto rozptýlená zeleň dostala i do zemědělské dotační politiky jako součást tzv. krajinných prvků. Mezi krajinné prvky, na něž lze získat finanční podporu, byla zařazena i stromořadí, solitéry a skupiny dřevin (nařízení vlády č. 335/2009 Sb.). Většinu struktur rozptýlené zeleně lze považovat za významné krajinné prvky ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (Lipský, Michalová 2011).

PODĚKOVÁNÍ: Tento příspěvek byl zpracován s podporou grantu SVV 265-212 Výzkum procesů fyzicko-geografické sféry a MŠMT – Projekt výzkumu a vývoje 2B06013 Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinařských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina.

LITERATURA

Bukáček, R., Matějka, P. (1999): Hodnocení krajinného rázu. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): Péče o krajinný ráz – cíle a metody. Praha, ČVUT, 1999, s. 159-187.

- Bulíř, P. (1981): Rekonstrukce a zakládání rozptýlené zeleně v zemědělské krajině. In: Ekologie krajiny. Acta ecologica naturae ac regionis. Sborník výzkumných úkolů pro krajinno-ekologickou praxi. Praha, Min. výstavby a techniky ČSR, 1981, s. 14-24.
- Bulíř, P., Jech, D., Weber, M. (1992): Bilancování systému trvalé zeleně ve velkém územním celku. Acta Pruhoniciana, 1992, č. 60, s. 29-52.
- Bulíř, P., Škorpík, M. (1987): Rozptýlená zeleň v krajině. Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích, Praha, O. P. Sempira, 1987, 112 s.
- Culek, M. (ed.) (1996): Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma, 1996, 346 s.
- Culek, M. (ed.) (2005): Biogeografické členění České republiky II. Praha, Enigma, 2005, 589 s.
- Flekalová, M. (2010): Rozptýlená zeleň v hodnocení krajinného rázu. Disertační práce. Brno, MENDELU, Agronomická fakulta, 177 s., přílohy.
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1993): Krajinná ekologie. Praha, Academia, 1993, 584 s.
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M. (2001): Katalog biotopů České republiky. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny, 2001, 307 s.
- Jech, D., Weber, M. (1995): Analýza systému trvalé vegetace v zázemí sídel venkovského typu. Acta Pruhoniciana, 1995, č. 62, s. 15-29.
- Lipský, Z. (1994): Změna struktury české venkovské krajiny. Sborník ČGS, 1994, roč. 99, č. 4, s. 248-260.
- Lipský, Z. (2001): Geomorfologické členění Kutnohorska. Praha, ČZU, 2001, 80 s.
- Lipský, Z., Bicanová, M. (2009): Mapování a ekologické hodnocení vodních toků jako významných krajinných prvků. Mapping and ecological assessment of water streams as important landscape segments. In: Problémy ochrany a využívání krajiny – teórie, metódy a aplikácie. Zborník vedeckých prác. Nitra, Združenie BIOSFÉRA, 2009, s. 397-404.
- Lipský, Z., Demková, K., Skaloš, J., Kukla, P. (2011): The influence of natural conditions on changes in landscape use: a case study of the lower Podoubraví region (Czech Republic). Ekológia (Bratislava), Vol. 30, No. 2, p. 239-256.
- Lipský, Z., Michalová, E. (2011): Významné krajinné prvky v kulturní krajině Novodvorská. In: Kolečka J. a kol., 2011: Krajina Česka a Slovenska v současném výzkumu. Brno, Masarykova univerzita, 2011, s. 278-305.
- Lipský, Z., Šantrůčková, M., Weber, M. a kol. (2011): Vývoj krajiny Novodvorská a Žehušicka ve středních Čechách. Praha, Karolinum, 2011, 202 s.
- Löw, J. a kol. (1995): Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. Teorie a praxe. Brno, Doplněk, 1995, 124 s.
- Machovec, J. (1994): Rozptýlená zeleň v krajině. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně, Ústav krajinné ekologie, 1994, 8 s.
- Mareček, J. (2005): Krajinařská architektura venkovských sídel. Praha, ČZU, 2005, 404 s.
- Míchal, I. a kol. (1999): Hodnocení krajinného rázu a jeho uplatňování ve veřejné správě. Metodické doporučení. Praha, AOPK ČR, 1999, 41 s.
- Neuhäuslová, Z. a kol. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia, 1998, 342 s.

- Pellantová, J. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. Praha, ČÚOP, 1994, 46 s.
- Prudký, J. (2001): Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Brno, MZLU, 2001, s. 3-14.
- Řepka, R., Kailer, P. a kol. (1994): Metodika mapování fytocenóz významných z hlediska ochrany přírody a krajiny. Praha, ČÚOP – Oddělení ekologie krajiny, 1994, 84 s.
- Sklenička, P. (2003): Základy krajinného plánování. Praha, Naděžda Skleničková, 2003, 120 s.
- Sláviková, D. (1984): Význam lesa a rozptýlenej zelene pre tvorbu krajiny. Vedecké a pedagogické aktuality 3. Zvolen, Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1984, 91 s.
- Sláviková, D. (1987): Ochrana rozptýlenej zelene v krajine. Metodicko-námetová príručka č. 9. Bratislava, ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, 1987, 130 s.
- Supuka, J., Schlampová, T., Jančura, P. (1999): Krajinárska tvorba. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, 1999, 211 s.
- Špulerová, J. (2006): Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine. Životné prostredie, 2006, roč. 40, č. 1, s. 37-40.
- Trnka, P. (2001): Ekologické aspekty plošné a bodové zeleně v krajině. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Brno, MZLU, 2001, s. 99-106.
- Vondrušková, H. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. Praha, ČÚOP ve spolupráci s MŽP, 1994, 55 s.
- Vorel, I. (1999): Prostorové vztahy a estetické hodnoty. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): Péče o krajinný ráz – cíle a metody. Praha, ČVUT, 1999, s. 20-27.
- Vorel, I. (2007): Aktuální problémy v ochraně charakteru krajiny a krajinného rázu. In: Vorel, I., Kupka, J. (Eds.): Aktuální problémy ochrany krajinného rázu. Praha, Centrum pro krajinu s.r.o., 2008, s. 5-8.
- Nařízení vlády č. 335/2009 Sb., o stanovení druhů krajinných prvků.
- Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- Projekt VaV MŠMT Kačina 2006–2011. Dostupné na < www.projektkacina.estranky.cz >

7.2.CHANGES IN THE EXTENT OF NON-FOREST WOODY VEGETATION IN THE LOWLAND OF NOVODVORSKO AND ŽEHUŠICKO REGION (CENTRAL BOHEMIA, CZECH REPUBLIC)

ABSTRACT: Changes in the extent and occurrence of non-forest woody vegetation in the agricultural landscape of the Novodvorsko and Žehušicko region in the Central Bohemia during the last 60 years are presented in the paper. The study is based on a comparison of data (landscape structure indicators) from two time horizons – 1950 and the present (2011). Historical black and white aerial photographs from 1950 and color orthophotomaps from 2006 were used as data sources. Furthermore, the present state of the vegetation was investigated and specified by field mapping in 2011. The extent and changes of non forest woody vegetation were observed in natural (biochores) and cultural (landscape character areas) units with the aim to find out differences dependent on natural and cultural conditions. Results confirm that the quantity as well as the distribution of elements of non-forest woody vegetation changed during the last 60 years in an important way. Significant decrease in the area of non-forest woody vegetation and extinction of many important biotopes are among the main results of the work. The study provides strong evidence that changes in land use and landscape structure have a great influence on non-forest woody vegetation in all aspects. At the end of the paper, the reasons for the changes are discussed. In general, intensification and mechanization of agriculture has caused extinction of fine-grained landscape microstructure especially as to arable lands connected with removal of dispersed vegetation structures. Straightening of watercourses and destruction of meanders with their riparian vegetation has had the same effect.

KEY WORDS: non-forest woody vegetation, landscape changes, landscape structure indicators, landscape units

INTRODUCTION AND LITERATURE REVIEW

Non-forest woody vegetation (NFWV) is an important part of landscape structure and a determining feature of landscape character. However, it has not received as much attention in recent years as topics such as land use or land cover changes, and also landscape character assessment. Hedges or hedgerows, linear features, are paid traditionally more attention especially in western European countries, for example Burel, Baudry 1995; Barr, Gillespie 2000; McCollin 2000; Jongman 2002.

Non-forest woody vegetation, or *scattered greenery*, in other words, is stable woody vegetation including the herbal floor, which is neither a forest, agricultural crop, nor, a part of vegetation of built-up areas in municipalities or in landscape (Bulř 1981; Mareček 2005). Natural elements growing spontaneously as well as vegetation planted by human are included (Bulř, Škorpík 1987; Machovec 1994).

Non-forest woody vegetation is divided according to shape into three categories (Sláviková 1984; Supuka et al. 1999; Trnka 2001):

- *Patches* – maximum area of 0.3 ha (small woods, groves, vegetation on wet sites, on abandoned lands or localities unsuitable for any economic use);
- *Linear elements* – minimal length of 30 m, width maximum 30 % of length (alleys, riparian vegetation, linear vegetation along railways, on barks etc.);
- *Point elements* – one, up to three individuals of tree or shrub (solitary, group of trees, shrubs).

Non-forest woody vegetation is a typical feature of many European agricultural landscapes (Burel, Baudry 1995; Meeus 1995). From a historical point of view, it was formed in following ways (Sklenička 2003):

- Retreat of forest – non-forest woody vegetation is a remnant of the original forest stands;
- Natural raid – (spontaneous) spreading of woody vegetation outside forest stands;
- Planting – intentional spreading by humans.

NFWV plays a crucial role in agricultural landscape. It provides many important functions such as soil-protective, stabilizing, hygienic, aesthetic, productive etc. Many studies focused on the importance and function of non-forest woody vegetation, for example Pollard et al. 1974; Forman, Godron 1986; Sláviková 1987; Supuka et al. 1999; Baudry et al. 2000; Trnka 2001; Sklenička 2003; Špulterová 2006 etc. In general, it has a positive influence on visual aspects of landscape structure and landscape character, because it makes landscapes more divergent and as a consequence the pattern (mosaic) is more varied as well. Furthermore, NFWV causes also increase of biodiversity due to providing food and refuge for many animal species in agricultural landscapes. So the impact of NFWV on landscape is generally very positive from biological and landscape-ecological point of view.

Forests, tree-lines (alleys), groves, riparian vegetation, windbreaks etc. are considered as important landscape features that complete the landscape image (Benčat', Jančura 2008) or landscape character (Flekalová 2010). Vorel (2007) concludes that NFWV belongs to the most significant landscape components because it supports diversity as well as creates aesthetically delightful points, areas and landscape sceneries.

From recent studies, Molnářová (2008) evaluates structural attributes of hedgerows such as density, relative area, connectivity and other characteristics in three cadastral areas in the Plzeň Region, Southwestern Bohemia. The most recent work (Flekalová 2010) proposed how to include non-forest woody vegetation into the process of landscape character assessment.

Landscape features formed by humans in the past and still exist in the landscape are called *historical landscape structures (HLS)*. They are defined as a physical (material) part of immovable cultural heritage (Huba et al. 1988). Such relicts, remnants with long-term stability, identify not only the spatial structure but also the temporal structure of the landscape (Supuka et al. 1999). They represent a significant part of landscape memory.

Official reports on the state of the environment and a negative influence of socialist agriculture on the landscape specify early after 1990 drastic figures giving the evidence about the clearing and liquidation of non-forest woody vegetation from agricultural landscape: “... 4000 km of lines of wood vegetation, 3600 ha of scattered greenery, 49 000 km of balks and 158 000 km of field roads were removed from the Czech rural landscape” (Moldan et al. 1990). In the mid-eighties the total area of non-forest woody vegetation in the Czech Republic was only about 0.3–0.5 % of the country's territory (Trnka 2001).

The rapid decrease in the area of non-forest woody vegetation in open agricultural landscape concerns not only former socialist countries. Increased intensification of agriculture including mechanization, the use of agrochemicals etc. after World War II was recorded in Eastern as well as Western Europe (Pollard et al. 1974; Barr et al. 1986). McCollin (2000) points out the loss of 158 000 km of hedges in England between 1984 and 1994, i. e. one-third of the total length existed in 1984. Jongman (2002) remarks that the total length of linear vegetation decreased by 80 % in the Netherlands in 80 years (1900-1980).

The main aim of the paper is to compare the distribution and areal extent of non-forest woody vegetation in 1950 and in the present. According to the literature review and previous works (Demková, Lipský 2012; Lipský 1995 and others) we suppose that its areal extent has decreased and spatial distribution has changed (some elements disappeared and new ones originated). The partial aim is to find out how much has proportion of NFWV changed in the relation to natural conditions as well as evaluate if the amount or areal extent of NFWV depends on some kind of territorial nature and landscape protection. Since NFWV is a determining feature of landscape character (Vorel 2007; Benčať, Jančura 2008) we suppose also that landscape character units will differ from each other in proportion of NFWV. Finally we assume that few elements of NFWV preserved until today, could be considered as historical landscape structures.

METHODS

Non-forest woody vegetation was identified by the method of manual interpretation on orthophoto-air photographs from 2006 (CENIA) and on historical black and white aerial photos from 1950 (VÚKOZ Průhonice) on the basis of an application of visual criteria and size parameters (defined below). All elements of NFWV identified on the orthophotomaps from 2006 were mapped and investigated in the field during vegetation periods 2010 and 2011 according to proposed mapping methodology in order to obtain information about the current state and species composition of vegetation (Demková, Lipský 2012).

Non-forest woody vegetation was divided by shape into three categories (Sláviková 1984; Supuka et al. 1999; Trnka 2001):

- Point elements – one, up to three individuals of tree or shrub;
- Patches – minimal area of 50 m², maximum area of 0.3 ha;
- Linear elements – minimal length of 30 m, width maximum 30 % of length.

The area of NFWV was set down as a projection of the tree or the shrub crown. In the case of the linear elements their lengths were counted. The area of linear vegetation was calculated from width estimated from orthophotomaps. In addition to size parameters (area, length), basic indicators of landscape structure such as quantity (number), average size and density (porosity) of spatial elements as well as share of single categories of NFWV were counted. Density (porosity) was calculated as the area of point and patch elements (m²) and length (m) of linear vegetation per 1 square kilometer of the study area.

Within the digitalization a special classification of development of non-forest woody vegetation was created to obtain information about its existence during the last 60 years. The following classes were distinguished, inspired by Elznicová, Machová (2010):

- a. elements existing both in 1950 and 2011 as NFWV;
- b. new elements of NFWV (existing only in 2011);
- c. extinct elements of NFWV(existing only in 1950);
- d. elements existing in 1950 as NFWV, changed into forest or other continuous vegetation by 2011;
- e. elements existing as a part of other continuous vegetation in 1950, changed into NFWV by 2011.

In the second section of the paper, changes in the share of non-forest vegetation in selected natural and cultural units such as biochores, Landscape Memorial Zone Žehušicko and landscape

character areas are analyzed. Biochores (Culek et al. 2005) are typological biogeographical units representing similar geomorphological, geological and vegetation conditions of the territory, whereas landscape character areas are individual territorial units delimited on the basis of geographical maps and subjective visual characteristics (see Lipský et al. 2012). The Landscape Memorial Zone Žehušicko was declared in 1996 with the aim to preserve a specific type of cultural landscape with signs of historical landscape design.

From 12 biochores presented in the study area, only 5 representative biochores with a share of more than 5 % were chosen to analyze differences in the occurrence of NFWV depending on natural conditions:

- 2Nh – loam alluvia of the 2nd altitudinal vegetation zone (36 %);
- 2RV – plains on blown sands of the 2nd altitudinal vegetation zone (13.7 %);
- 2Do – waterlogged depression on neutral volcanic rocks of the 2nd altitudinal vegetation zone (8.3 %);
- 2RN – plains on gravels of the 2nd altitudinal vegetation zone (7.4 %);
- 2RE – plains on loess of the 2nd altitudinal vegetation zone (6.7 %).

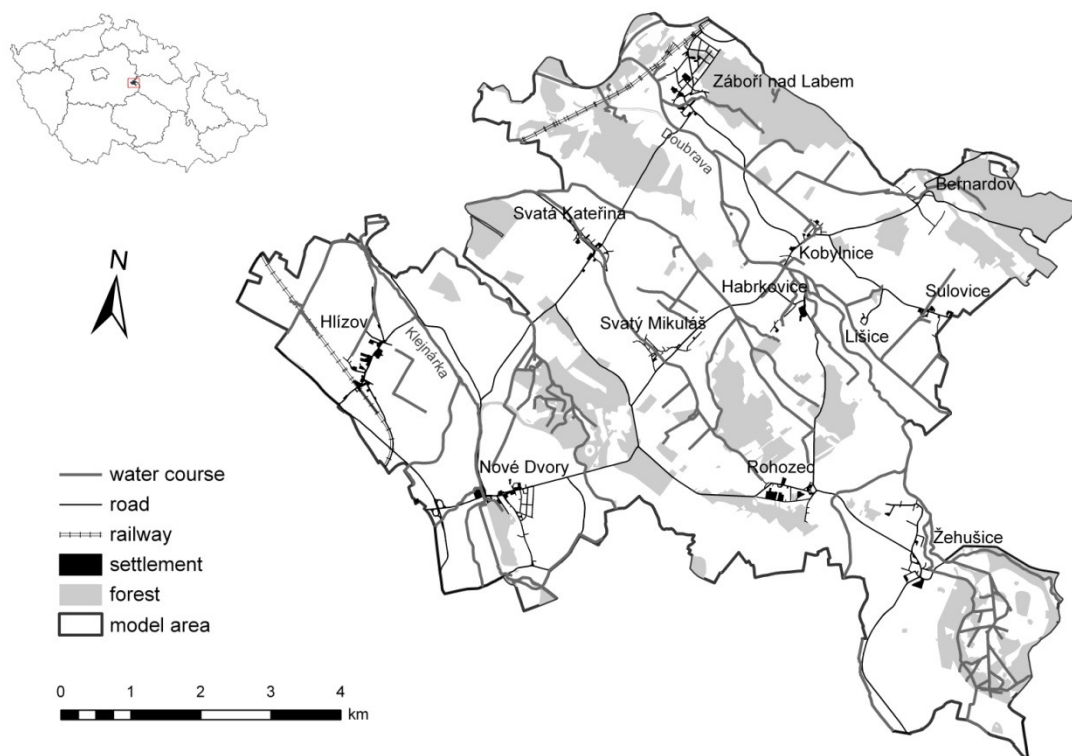
The source data were processed in the GIS environment and consequently adjusted using contingency table. Following statistical analyses were performed in software Statistica. Before performing statistical evaluations, all sets of data were checked for their normal distribution by the Shapiro-Wilk test (Shapiro, Wilk 1965) and by visual analysis of histograms. Since almost all of the datasets do not meet the criterion of normality, differences in the area and density (porosity) of elements of NFWV in individual landscape units between the defined time horizons were analyzed using Kruskal-Wallis one-way analysis of variance (Kruskal, Wallis 1952) (K-W test) at a confidence level $p=0.05$.

STUDY AREA

The area under investigation is situated in the north-eastern part of the district Kutná Hora in the eastern part of the Central Bohemia. It is comprised of 12 cadastral units with a total area of 60.5 km² (Fig. 1). From a geomorphological point of view, the territory is a part of the Čáslavská kotlina basin with an altitude of 200–239 m a. s. l. Železné hory Mts. interferes into the north-eastern edge of the study area with a maximal elevation of 320 m a. s. l. The flat relief of the basin is formed by wide alluvial plains of the lower streams of the rivers Doubrava, Klejnárka and Labe in the north of the territory. Despite the simple geological and geomorphological structure, a mosaic of soil types has developed in the lowland depending on substrate. Fluvisols and Cambisols predominate, but also Chernozems and Rendzinas are represented in the area. The area is comprised of 10 biochores of the second vegetation degree and 2 biochores of the third vegetation degree in the spur of the Železné hory Mts. (Culek et al. 2005).

At present, an intensively used agricultural landscape with a dominant share of arable land prevails in the study area. However, in comparison with the rest of the Čáslavská kotlina basin, most of the study area has a specific landscape character with a more varied landscape structure due to a higher proportion of forest as well as aesthetically motivated landscape formations around the Kačina and Žehušice castles in the 18th and 19th centuries (Lipský et al. 2011). Consequently, the Landscape Memorial Zone Žehušicko was declared in 1996 in the southern and central part of the study area. Recently, the park and game preserve around the Kačina castle with a total area of 196 ha became a NATURA 2000 site as well.

Fig. 1 Map of the study area



RESULTS

The distribution of non-forest woody vegetation changed in the last 60 years. As it was supposed, the number of elements of NFWV as well as their areal extent decreased in all categories. The total area of point elements and patches decreased together by more than 40 thousands of square meters and the total length of linear elements decreased by 32 km (Table 1). Although the length decreased by 20 % in comparison to present, the area sank only by 4 %. This is caused by enlarging of their width due to changes in practice of agricultural management on surroundings agricultural plots and no maintenance of the greenery. According to K-W test only changes in the area of linear and patch elements are statistically significant.

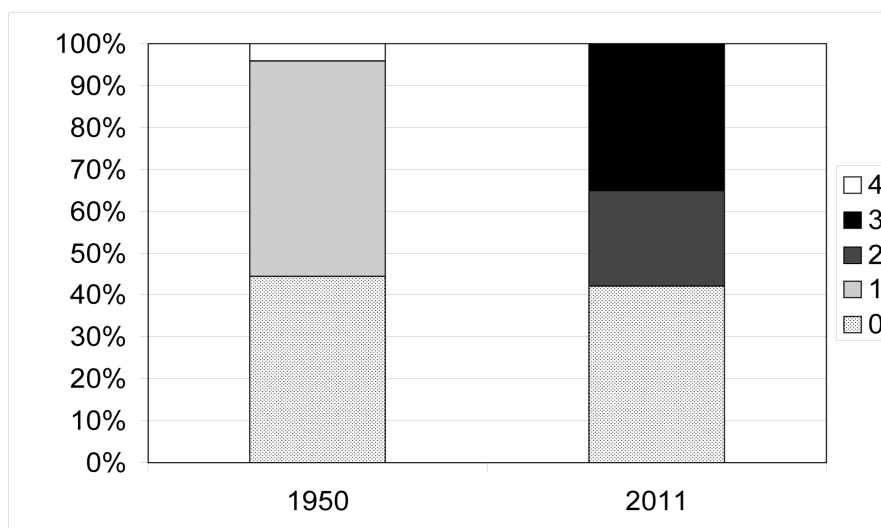
Table 1 Comparison of size parameters and percentage of non-forest woody vegetation in 1950 and in 2011

Category of NFWV	Area (m ²)		Share of the total area (%)		Change (m ²)	Change (%) (1950 = 100%)	Statistical significance of change (p)
	1950	2011	1950	2011	1950/2011	1950/2011	1950/2011
Point elements	20 953.5	17 285.0	0.035	0.030	- 3 668.5	- 17.5	0.7418
Patches	99 917.2	93 482.5	0.165	0.155	- 6 434.7	- 6.5	0.0001
Linear elements	799 992.0	768 294.0	1.32	1.27	- 31 698.0	- 4.0	0.0001

Due to the changes a lot of point elements disappeared, especially those which were situated on the plot boundaries. The original trees, probably fruit trees, were replaced by shrubs of elder near extra high voltage towers. Point elements of NFWV in the alluvial plain of the Klejnárka river in cadastral territory Hlízov and the Brslenka stream in the cadastral territory Žehušice disappeared completely.

Almost 60 % of patches of NFWV existing in 1950 disappeared from the landscape (see Fig. 2). Approximately one-third of patches became a part of forest or other continuous vegetation, the rest (23 %) disappeared completely because it was changed into arable land. More than 40 % of all patches were preserved till present. Most of them are situated on localities not suitable for agriculture (waterlogged or elevated habitats). New patches appeared also due to land abandonment, mostly covered by ruderal vegetation.

Fig. 2 Classification of development of patch elements in 1950 and 2011 in percentage



Explanatory notes to figure: 0 – elements existing both in 1950 and in 2011; 1 – new element (existing only in 2011); 2 – vanished elements (existing only in 1950); 3 – elements existing in 1950, changed into forest or other continuous vegetation till 2011; 4 – existing in 1950 as other continuous vegetation, changed into NFWV till 2011.

In 1950 the relics of riparian vegetation of former meanders of water streams Doubrava and Stará Doubrava were observed in the landscape. These very significant biotopes were also destroyed due to the intensification and mechanization of agricultural production. Modification (straightening) of riverbeds caused extinction of linear vegetation as well (especially the Labe river). Other linear elements existing in 1950 indicated the course of plot boundaries or boundaries of cadastral territories. There were also more field roads or roads accompanied by continuous vegetation in comparison with the present landscape.

New linear elements are observed along new roads, artificial water canals (very sporadically) or around the flooded sandstone pit near Žehušice. Modified water courses such as the Doubrava river are nowadays accompanied by new riparian vegetation.

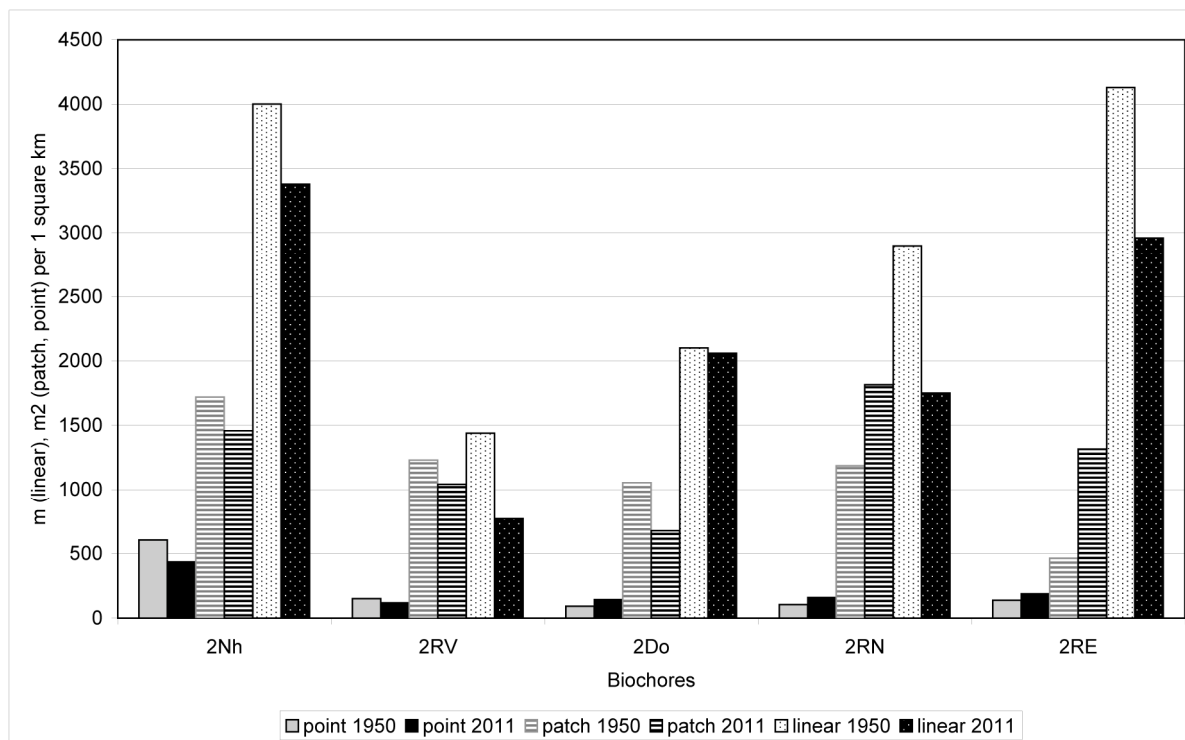
Decrease in the number of point elements and patches of NFWV were observed (Table 2). But the average size of both categories increased, in case of point elements not as much as in case of patches. The majority of patches were smaller in 1950 (72 % with the area up to 500 m²) whereas in 2011 the ratio of the smallest patches sank to 50 %. Only a half of large patches, with the area more than 1500 m², existing in 1950 were preserved until the present. The others were removed. Density (porosity) decreased in all categories of NFWV as well.

Table 2 Changes in landscape structural indicators of non-forest woody vegetation between 1950 and 2011

Category of NFWV	Number of elements		Average size (m ²)		Density (area in m ² and length in km) per 1 km ² of the study area	
	1950	2011	1950	2011	1950	2011
Point elements	483	357	43.4	48.4	346.6	285.9
Patches	197	127	507.2	736.0	1 651.5	1545.2
Linear elements	---	---	---	---	2.65	2.12

Fig. 3 demonstrates changes in proportion of NFWV in 5 representative biochores in 1950 and 2011. The highest proportion of linear elements in biochores 2Nh (alluvia) and 2RE (plains on loess) and the highest proportion of point elements in the biochore 2Nh were recorded in both observed time periods. This is caused by riparian vegetation along water streams and remnants of solitary trees on meadows. In 1950, the highest share of patches was in the alluvial biochore 2Nh as well, but it decreased by 18 % by 2011. On the contrary, a considerable increase of patches was observed in biochores 2RN (plains on gravels) and 2RE (plains on loess) due to enlargement of abandoned agricultural lands. By contrast, the density of linear elements decreased substantially in all biochores, which is a result of the intensification of agricultural production.

Fig. 3 Changes in density of non-forest woody vegetation in biochores



Explanatory notes to the figure: linear elements are expressed in m per 1 km², point and patch elements in m² per 1 km²; 2Nh – loam alluvia of the 2nd altitudinal vegetation zone; 2RV – plains on blown sands of the 2nd altitudinal vegetation zone; 2Do – waterlogged depression on neutral volcanic rocks of the 2nd altitudinal vegetation zone; 2RN – plains on gravels of the 2nd altitudinal vegetation zone; 2RE – plains on loess of the 2nd altitudinal vegetation zone.

The K-W test confirmed significant differences in the proportion of NFWV between two observed time horizons in the biochore 2Nh (alluvia) and 2RV (plains on blown sands) in all three categories, in the biochore 2Do (waterlogged depression) only as to the linear vegetation. Other changes are not statistically significant.

The comparison of the share of elements of NFWV in the Landscape Memorial Zone (LMZ) Žehušicko, which comprises 35.5 % of the study area, and in the rest of the study area is demonstrated in the Table 3.

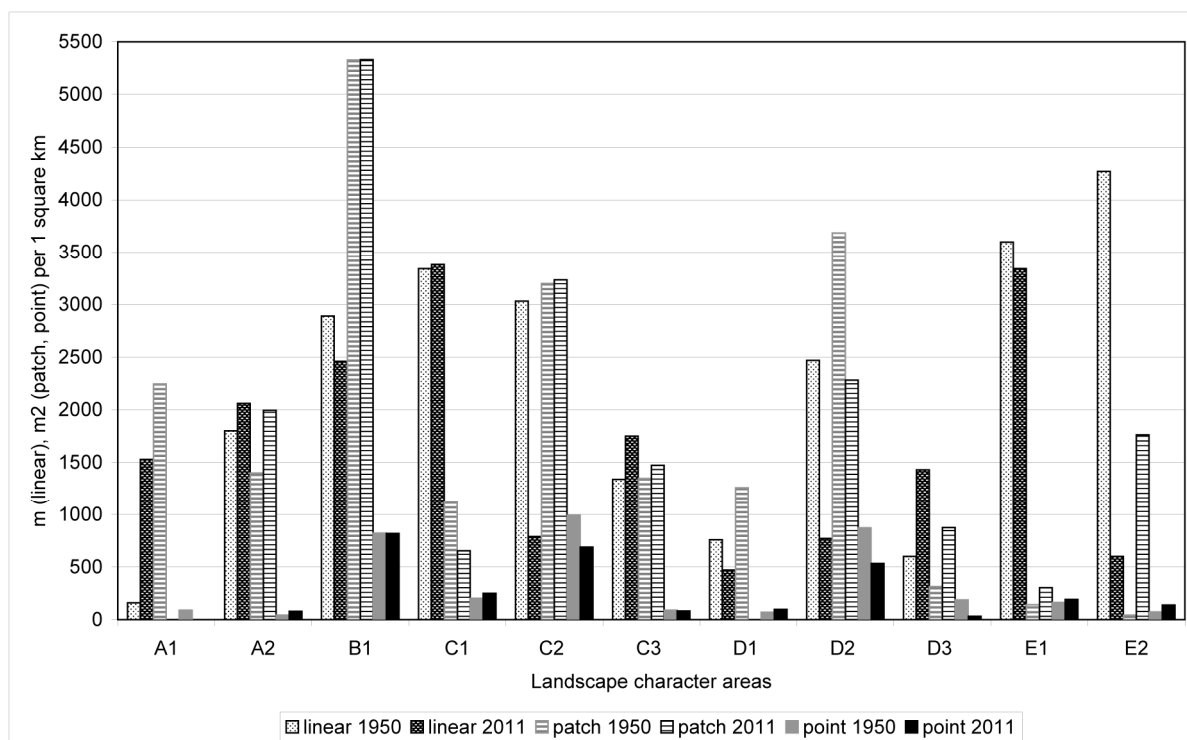
Table 3 Share of non-forest woody vegetation in Landscape Memorial Zone Žehušicko and in the rest of the study area in 1950 and 2011

	Point elements (in % of the study territory)		Patches (in % of the study territory)		Linear elements (in km per 1 km ² of the study territory)	
	1950	2011	1950	2011	1950	2011
LMZ Žehušicko	0.07	0.04	0.24	0.24	2.47	1.65
The rest of the territory	0.02	0.02	0.13	0.11	2.74	2.38

As it was expected, there is a difference in the proportion of elements of NFWV between the LMZ and the rest of the territory in all categories. Substantially higher share of point elements and patches is observed in LMZ (it is approx. doubled) and they have larger average size there as well. On the other hand, linear vegetation elements have a surprisingly lower proportion in LMZ in both time periods. It is caused by higher density of water courses and roads (which are mostly accompanied by woody vegetation) outside the LMZ.

Lastly, changes in the share of elements of NFWV in 11 landscape character areas delimited in the study area (after Lipský et al. 2012, in press) were observed (Fig. 4). Landscape character area A1 was delimited as predominantly forested landscape so it is logical that all patches and point elements existing in 1950 disappeared and were replaced by forest. Landscape character area B1 represents the alluvial floodplain of the Labe river with rather high density of all categories of NFWV. Although the decrease in the distribution of elements of NFWV in the landscape character area D2 Kačina, which represents forested landscape (a former game park) around the Kačina castle, was markedly, the K-W test does not confirm it as statistically significant (Table 4). On the other hand, there has been observed an increase in density of patches as well as of point elements in landscape character areas E1 and E2. Current patches of NFWV are related to terrain roughness, especially elevations, or to abandoned lands. Changes in both landscape character areas are significant as well.

Fig. 4 Density of elements of non-forest woody vegetation in landscape character areas in 1950 and 2011



Explanatory notes to the figure: linear elements are expressed in m per 1 km², point and patch elements in m² per 1 km²; related names of landscape character areas are in Table 4.

Table 4 Statistical significance of the changes in non-forest woody vegetation in landscape character areas

Landscape character areas	Point elements	Patch elements	Linear elements
A1 Záborské bory	0.0053	0.1172	0.0143
A2 Bernardov	0.1228	0.0617	0.9486
B1 Zábok – Starý Kolín	0.4978	0.0163	0.0002
C1 Dolní Doubrava	0.1549	0.0257	0.0001
C2 Žehušice	0.2291	0.0544	0.005
C3 Svatý Mikuláš a Kateřina	0.8753	0.0563	0.0001
D1 Severní část ke Starému Kolínu	0.2482	x	0.7589
D2 Kačina	0.6687	0.8389	0.0834
D3 Kamajka	0.0393	0.1266	0.0251
E1 Hlízov	0.0105	0.1495	0.0001
E2 Nové Dvory	0.0352	0.0126	0.0016

Marked (bold) relations are significant at the confidence level $p=0.05$, x – no data.

Table 4 demonstrates significant decrease in density of linear elements in landscape character areas C2, D2 and E2, which represent the core area of the LMZ Žehušicko. In 1950 there were observed much more linear woody structures along roads, field paths and on the plot boundaries. Some other linear elements disappeared because of merging with forest as it was observed in the former game park around the Kačina castle and in the game-preserve Žehušice. In contrast, a considerable increase in the share of NFWV is registered in landscape character areas A1 and D3. Both landscape units are predominantly covered by forest or arable land and the share of linear

elements was the lowest in 1950. Nowadays there is a road or field road accompanied by these vegetation structures. Except of landscape character areas A2 and D1, all changes of linear NFWV are statistically significant.

Some vegetation landscape structures linked up with historical artefacts in the landscape like old dams of former fish ponds, old roads, wayside cross, memorials and other landmarks were preserved until the present in the study area. They form an integral part of these historical landscape structures. But most vegetation historical landscape structures were destroyed during the observed period and land use as well as the total landscape structure of the study area has become homogenized (Lipský et al. 2011).

DISCUSSION

Identification of non-forest woody vegetation was carried out on the basis of visual interpretation of aerial photographs. Air photos from 1950 are black and white with worse resolution, which makes interpretation more difficult. In case of color orthophotomaps, the interpretation of vegetation structures is more accurate.

Decrease of the extent of non-forest woody vegetation during the last 60 years in all categories was observed in the study area. In case of linear and patch elements it was confirmed as statistically significant. Many elements of NFWV were destroyed during the period of socialist agriculture as it is outlined in literature of many authors (see Lipský 1995). The decrease is caused by land use changes connected with the intensification of agriculture in the second half of the 20th century. The method of cultivation, structure of field crops, harvesting methods, methods of livestock farming as well as other agricultural processes have been radically altered during the last 50 years with concomitant effects on landscape structure. Socialist collectivization of agriculture has caused the extinction of microstructure of arable land by the merging of small fields with big blocks of arable land, which is closely linked with the removal of everything including vegetation (trees or other biotopes). Parcels of arable land were unified so they would not to be interrupted by meadows, shrubs or other elements hampering efficient cultivation. During the transition to socialist large-scale production, landscape structure changed rapidly towards its significant simplification. The size of agricultural holdings was increased 50 times, plenty of meadows in floodplains were ploughed and most of the permanent vegetation structures in the open agricultural landscape were removed. The traditional character of the Czech rural landscape with its small-scale mosaic of patches has changed into large-scale landscape of collective openfields (Lipský 1995; Meeus 1995).

Density of linear elements decreased by 20 %, which is similar to the results of Molnárová (2008). But the total area of NFWV sank only by 4.5 %, while patch elements recorded the highest decrease (17.5 %). These changes were caused not only by intensification of agriculture but also by afforestation. The forest area increased from approx. 9.9 km² to 11.5 km² (by 16 %) in the last 60 years, mostly due to afforestation of adjacent fields. Some elements of NFWV joined the forest. From ecological point of view it should be consider as positive, but in the context of NFWV it could be perceived as a loss of small biotopes in agricultural landscape as well as change (loss) of visual (aesthetic) landscape qualities.

Research in western European countries recorded length reduction of hedgerows by 23 % between 1984 and 1990 in Great Britain (Barr, Gillespie 2000), while in Brittany (France) it was 35 % between 1952 and 1985 (Burel, Baudry 1990). It seems to be more dramatic in comparison with our results, but differences may be caused by different methodology: our study does not concern only hedgerows.

Relation of NFWV to natural conditions presented by biochores was recognized. The highest share of all categories of NFWV is in alluvial plains along water courses with linear vegetation structures. But at the same time, significant decrease of NFWV in all categories was confirmed in alluvia and plains of blown sands. Destruction of vegetation due to intensification of agriculture or afforestation was mostly presented in these two biochores.

High proportion of NFWV in alluvia is also caused by the presence of the game park Žehušice, which is nature protected area. This fact confirms the starting hypothesis that NFWV is more supported and better preserved in areas under some kind of nature or landscape protection, as it was documented on the example of the Landscape Memorial Zone Žehušicko as well.

Although statistical evaluation of changes of NFWV does not show significant changes in all cases, it does not mean that there were no noticeable landscape structure changes. The number of patch and point elements sank as well as length of linear vegetation. From landscape with remnants of meanders accompanied by riparian vegetation and solitaires of trees on meadows has become open unified landscape with monofunctional use. The K-W test is only auxiliary tool for accurate quantification of changes in this study.

The paper presents results about development of NFWV in a small study area but none of the research in the Czech Republic has assessed such relations so far. There is only one study about development of structural attributes of hedgerows (Molnárová 2008). Therefore the results cannot be placed into a broader context. This is the first time that such data have been available at the local or regional scale in the Czech Republic and Slovakia as well. For more accurate differentiation of trends in landscape development under differing political doctrines, it would be possible to use aerial photographs from approx. 1990. These data are generally available for the whole country territory. But according to our experience from the area under investigation, the trends in landscape development did not change essentially here.

There is always a lack of data about these biotopes and without their evidence it is not possible to protect them adequately. Further research is required at the national scale. Great Britain where the Countryside Surveys provide a rich source of data about hedgerows (e.g. Barr et al. 1993) could serve as good example.

CONCLUSION

This work has documented the following findings:

- decrease in proportion of non-forest woody vegetation in the study area since 1950 until the present (areal extent, quantity), although not every change is statistically significant;
- only 42 % of original NFWV (existing in 1950) were preserved until today (mostly out of arable land);
- loss or destruction of NFWV was caused by socialist intensification of agriculture accompanied by re-allotment of land as well as land-consolidation and other land use changes;
- loss of original function and importance of NFWV (nowadays no longer essential as a source of wood and fruit or for demarcation of field boundaries);
- new occurrence of NFWV in relation to environmental conditions (on abandoned and unused lands);
- proportion and distribution of elements of NFWV is influenced both by natural conditions (primary landscape structure), land use changes (secondary landscape structure) as well as legislative nature and landscape protection measures (tertiary landscape structure).

ACKNOWLEDGEMENTS: The article is based on a research undertaken within the project SVV 265-212 "Výzkum procesů fyzicko-geografické sféry" (Research of processes of physical-geographical sphere) supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic. The authors express their sincere thanks to Mgr. Peter Mida for his help with statistical analysis and to reviewers for their comments.

REFERENCES

- BARR, C.J., BENEFIELD, C.B., BUNCE, R.G.H., RIDSDALE, H.A., WHITTAKER, M. (1986): *Landscape Changes in Britain*. Institute of Terrestrial Ecology, Huntington.
- BARR, C. J., BUNCE, R.G.H., CLARKE, R.T., FULLER, R.M., FURSE, M.T., GILLESPIE, M.K. et al. (1993): *Countryside Survey 1990: Main Report (Vol. 2)*. London.
- BARR, C.J., GILLESPIE, M.K. (2000): Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. *Journal of Environmental Management*, 60, pp. 23–32.
- BAUDRY, J., BUNCE, R.G.H., BUREL F. (2000): Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60, pp. 7–22.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1990): Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France. *Landscape Ecology*, 4, pp. 197-210.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1995): Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning*, 33, pp. 327–340.
- BENČAŤ, T., JANČURA, P. (2008): Význam a funkcia drevín v krajinnom obraze. In: Benčat', T., Jančura, P., Daniš, D. (Eds.): *Vybrané problémy krajiny podhorských a horských oblastí*. Vydavateľstvo Janka Čižmárová - Partner, Poniky, pp. 5–8.
- BULÍŘ, P. (1981): Rekonstrukce a zakládání rozptýlené zeleně v zemědělské krajině. In: *Ekologie krajiny. Acta ecologica naturae ac regionis. Sborník výzkumných úkolů pro krajinno-ekologickou praxi*. Min. výstavby a techniky ČSR, Praha, pp. 14–24.
- BULÍŘ, P., ŠKORPÍK, M. (1987): Rozptýlená zeleň v krajině. *Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhoncích*, O. P. Sempra, Praha, 112 p.
- CULEK, M. (ed.) (2005): *Biogeografické členění České republiky II*. Enigma, Praha, 589 p.
- DEM KOVÁ, K., LIPSKÝ, Z. (2012): Rozptýlená zeleň v krajine Novodvorska a Žehušicka. *Acta Pruhoniciana*, 101, pp. 51–59.
- ELZNICOVÁ, J., MACHOVÁ, I. (2010): Identifikace změn rozšíření agrárních valů na úpatí vrchu Oblíku. *Studia Oecologica*, Vol. IV, 4, Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem, pp. 5–14.
- FLEKALOVÁ, M. (2010): Rozptýlená zeleň v hodnocení krajinného rázu. *Disertační práce*. MENDELU, Agronomická fakulta, Brno, 177 p., appendices.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1986): *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York, 620 p.
- HUBA, M. et al. (1988): Historické krajinné štruktúry. *Ochrana prírody, odborná príloha spravodaja MV SZOPK Bratislava*, Bratislava, 62 p.
- JONGMAN, R.H.G. (2002): Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*, 58, pp. 211–221.
- KRUSKAL, W., WALLIS, W.A. (1952): Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 47, No. 260, pp. 583-621.

- LIPSKÝ, Z. (1995): The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31, pp. 39–45.
- LIPSKÝ, Z., DEM KOVÁ, K., SKALOŠ, J., KUKLA, P. (2011): The influence of natural conditions on changes in landscape use: a case study of the Lower Podoubraví region (Czech Republic). *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 30, No. 2, pp. 239–256.
- LIPSKÝ, Z., WEBER, M., STROBLOVÁ, L. et al. (2012): Současnost a vize krajiny Novodvorská a Žehušická ve středních Čechách. *Karolinum, Praha*, 408 s.
- MACHOVEC, J. (1994): Rozptýlená zeleň v krajine. *Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno*, 8 p.
- MAREČEK, J. (2005): Krajinářská architektura venkovských sídel. *ČZU, Praha*, 404 p.
- McCOLLIN, D. (2000): Hedgerow policy and protection – changing paradigms and the conservation ethic. *Journal of Environmental Management*, 60, pp. 3–6.
- MEEUS, J. (1995): Chapter 8. Landscapes. In: Bourdeau, P., Stanners, D. (Eds.): *Europe's Environment. The Dobříš Assessment*. European Environment Agency, Copenhagen, pp. 172–189.
- MOLDAN, B. et al. (1990): Environment of the Czech Republic: translation of the “Blue book”. *Ekocentrum, Brno*. 315 p.
- MOLNÁROVÁ, K. (2008): Long-term dynamics of the structural attributes of hedgerow networks in the Czech Republic – three cases studies in areas with preserved medieval field patterns. *Journal of Landscape Studies*, 1, pp. 113–127.
- POLLARD, E., HOOPER, M.D., MOORE, N.W. (1974): *Hedges*. Collins, London, 256 p.
- SHAPIRO, S.S., WILK, M.B. (1965): An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, Vol. 52, pp. 591–611.
- SKLENIČKA, P. (2003): Základy krajinného plánování. *Naděžda Skleničková, Praha*, 120 p.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1984): Význam lesa a rozptýlenej zelene pre tvorbu krajiny. *Vedecké a pedagogické aktuality 3. Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen*, 91 p.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1987): Ochrana rozptýlenej zelene v krajine. *Metodicko-námetová príručka č. 9. ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava*, 130 p.
- SUPUKA, J., SCHLAMPOVÁ, T., JANČURA, P. (1999): *Krajinárska tvorba*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 211 p.
- ŠPULEROVÁ, J. (2006): Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine. *Životné prostredie*, 2006, 40, 1, pp. 37–40.
- TRNKA, P. (2001): Ekologické aspekty plošné a bodové zeleně v krajině. In: *Obnova plošné a bodové zeleně v krajině*. MZLU, Brno, pp. 99–106.
- VOREL, I. (2007): Aktuální problémy v ochraně charakteru krajiny a krajinného rázu. In: Vorel, I., Kupka, J. (Eds.): *Aktuální problémy ochrany krajinného rázu 2007*. Sborník přednášek z odborného semináře. Centrum pro krajinu s.r.o., Praha, pp. 5–8.
- Orthophoto-air photographs from 2006 (<http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>)
- Historical aerial photos from 1950 (VÚKOZ Průhonice)
- Kačina project websites (<http://www.projektkacina.estranky.cz>)

RESUMÉ

Vývoj nelesní dřevinné vegetace v krajině Novodvorská a Žehušicka (Střední Čechy)

Rozptýlená zeleň (nelesní dřevinná vegetace stromů a keřů) je významným prvkem krajinné struktury, podílí se na její funkčnosti a pestrosti, zvyšuje biodiverzitu krajiny a je určujícím znakem krajinného rázu. Během posledních 60 let došlo k velkým změnám ve struktuře a rozšíření rozptýlené zeleně v krajině. Zatímco v minulosti byly dřeviny do volné krajiny cílevědomě vysazované v podobě alejí, remízků i solitérů, v období socialistického zemědělství byla tato vegetace v důsledku zcelování pozemků a intenzifikace zemědělství naopak likvidovaná, protože byla vnímaná jako překážka souvislého obdělávání zejména orné půdy. Potvrzují to i výsledky této studie, realizované na příkladu intenzivně využívané zemědělské krajiny ve středních Čechách. Zájmové území leží v povodí dolních toků Doubravy a Klejnárky a zaujímá přes 60 km².

Porovnáním současného stavu se stavem v roce 1950 bylo zjištěno, že v tomto území se snížilo zastoupení rozptýlené zeleně ve všech kategoriích (bodové, liniové a plošné prvky). Plocha bodových prvků se snížila o 17,5 %, plošných o 6,5 % a liniových o 4 %. Jako statisticky významné byly vyhodnoceny změny v případě liniové a plošné vegetace. Po napřímení vodních toků zmizely z krajiny zbytky břehových porostů bývalých říčních meandrů, vlivem kolektivizace zmizely liniové vegetační prvky na hranicích pozemků. Tato ztráta byla částečně nahrazená nově vysazovanými stromořadími podél cest nebo nesouvislými porosty na březích upravených vodních toků a umělých melioračních kanálů. V krajině se zachovaly některé vegetační struktury vázané na význačné artefakty, které můžeme označit jako historické krajinné struktury. Příkladem jsou liniové porosty dřevin na hrázích bývalých rybníků, podél starých cest nebo skupiny či solitéry dřevin vázané na místní krajinné dominanty jako jsou kříže, boží muka apod.

Rozšíření, struktura a hustota prvků rozptýlené zeleně v krajině závisí jednak na přírodních podmínkách (primární krajinná struktura), dále na způsobu využívání krajiny (sekundární krajinná struktura) a konečně také na legislativních limitech a stupni ochrany daného území (tecierní krajinná struktura). Studie potvrdila, že nejvyšší zastoupení prvků rozptýlené vegetace je v biochorách údolních niv a v charakteristických prostorech krajinného rázu vymezených v údolních nivách Labe a dolní Doubravy. Potvrdilo se, že v krajinné památkové zóně Žehušicko, vyhlášené na ochranu kulturní krajiny s významnými stopami starých krajinářských úprav je vyšší zastoupení prvků rozptýlené zeleně než v okolní nechráněné krajině mimo krajinnou památkovou zónu.

Za posledních 60 let došlo nejen ke snížení rozsahu (hustoty) rozptýlené zeleně v krajině, ale také ke změně jejího významu a funkce. V minulosti byla využívána k účelům, které jsou dnes převážně nevýznamné a druhořadé (zdroj dřeva, případně květů nebo jiných částí rostlinné biomasy, sběr ovoce, vyznačení hranic pozemků apod.). V současnosti převládá její funkce estetická, krajinotvorná. Úbytek rozptýlené zeleně ve volné krajině je částečně kompenzován současným šířením nelesní dřevinné vegetace v krajině procesem sukcese na opuštěných a nevyužívaných plochách.

7.3. ZMĚNY V NELESNÍ DŘEVINNÉ VEGETACI V JIHOZÁPADNÍ ČÁSTI BÍLÝCH KARPAT V LETECH 1949–2011

ABSTRAKT: The non-forest woody vegetation is an important part of the landscape structure and a determining feature of the landscape character. The present study investigates changes in the area of non-forest woody vegetation in the landscape of the south-western part of the White Carpathians (western Slovakia) during the last 60 years. The study is based on a comparison of landscape metrics interpreted from aerial photographs from 1949, 1986 and 2006. Relations to environmental conditions and its present state (qualitative characteristics) mapped in the field are discussed as well. Results confirm close relations of the distribution of non-forest woody vegetation to environmental conditions such as elevation, slope, partially to soil and landscape type. As to landscape structure changes, number of patches as well as the total area of non-forest woody vegetation rapidly decreased due to intensification of agriculture and partially extensification in the first observed period and continuing extensification, landscape abandonment and social changes in the second period.

KEY WORDS: non-forest woody vegetation, landscape metrics, landscape structure changes, White Carpathians

ÚVOD

Charakteristickým rysem mnoha evropských krajín je nelesní dřevinná vegetace (Meeus 1995; Burel, Baudry 1995). V atlantické západní Evropě tvoří živé ploty („hedgerows“) specifický typ krajiny „*bocage*“, hojně stromové solitéry na zemědělské půdě charakterizují zase krajinný typ „*montados*“ či „*dehesa*“ na Pyrenejském poloostrově (Meeus 1995, Baudry et al. 2000; McCollin 2000; Plieninger et al. 2006). V podmínkách střední a východní Evropy jsou podobné krajiny v současné době vzácné (Riezner 2008). Zatímco v minulosti byla nelesní dřevinná vegetace běžnou součástí zemědělské krajiny a utvářela její charakteristický vzhled, s příchodem kolektivizovaného zemědělství v 2. polovině 20. století byla krajina přeměněná na krajinu otevřených polí bez trvalé vegetace (též „vyprázdněná“ krajina), která si v první panevropské typologii krajín vysloužila název „*large-scale landscape of collective openfields*“ (Meeus 1995).

Nelesní dřevinná vegetace (též *rozptýlená zeleň* nebo *nelesní zeleň*) je definovaná jako trvalé porosty dřevin včetně bylinného patra, které nejsou lesem, zemědělskou kulturou ani součástí zeleně intravilánu sídel nebo jiné zástavby v krajině (Bulíř 1981; Mareček 2005). Zahrnuje spontánně vzniklé přírodní prvky vegetace i uměle založené vegetační útvary (Bulíř, Škorpík 1987; Machovec 1994). Ve starší odborné literatuře můžeme pro takovéto porosty nalézt označení nelesní nebo mimolesní, roztroušená, rozptýlená, mozaikovitá či vysoká zeleň. V novější literatuře se lze setkat také s termínem dřevinné vegetační prvky. V tomto příspěvku používáme termín *nelesní dřevinná vegetace* (zkratka *NDV*), který po výše uvedeném definičním upřesnění považujeme za nejvýstižnější.

Z historického hlediska se nelesní dřevinná vegetace v krajině formovala trojím způsobem:

1. ústupem lesů; nelesní dřevinná vegetace může být zbytkem původních lesních společenstev na plochách nevhodných pro zemědělské využívání;
2. přirozeným šířením, náletem dřevin mimo lesní porosty na opuštěné nevyužívané plochy;
3. vědomým šířením (výsadba nebo výsev) a pěstováním dřevin člověkem (Sklenička 2003).

Nelesní dřevinná vegetace je důležitou součástí struktury krajiny a významným způsobem ovlivňuje její vizuální charakteristiky včetně krajinného rázu. V pojetí krajinné struktury podle Formana a Godrona (1993) lze strukturální prvky nelesní dřevinné vegetace označit jako zbytkové (ad 1), regenerující (ad 2) nebo introdukované (ad 3) plošky a koridory.

Podle druhového složení se rozlišují porosty tvořené přírodními druhy, většinou spontánně vzniklé, a porosty tvořené vysázenými nepůvodními druhy dřevin, které mohou být ovocné nebo okrasné. Často ovšem dochází ke kombinaci jednotlivých typů.

Podle tvaru se strukturální prvky nelesní dřevinné vegetace člení na bodové, liniové a plošné (Sláviková 1984; Supuka a kol. 1999; Prudký 2001; Trnka 2001; Sklenička 2003) – viz Tab. 1. Za rozptýlenou potažmo nelesní dřevinnou zeleň se tedy považují plochy dřevin s rozlohou menší než 0,3 ha, liniové porosty a solitéry či skupiny dřevin (např. remízky, stromořadí, doprovodná zeleň vodních ploch a vodních toků, zeleň podél komunikací, porosty dřevin na mezích, na hranicích pozemků i na plochách nevhodných k hospodářskému využívání).

Tab. 1 Členění strukturálních prvků nelesní dřevinné zeleně podle tvaru

Prvky NDV	Definiční znaky a prostorové parametry	Příklady
Plošné	min. velikost 50 m ² , max. velikost 0,3 ha	remízky, háje, porosty křovin
Liniové	min. délka 30 m, šířka max. 30% délky, max. šířka 30m	břehové porosty, aleje podél komunikací, zarostlé meze, větrolamy, živé ploty
Bodové (solitérní)	1-3 jedinci (stromy nebo keře)	solitérní strom nebo skupina stromů či keřů, často doprovázející drobné artefakty v krajině – kříže, kapličky, památníky

Nelesní dřevinná vegetace plní v krajině mnoho funkcí, které se často překrývají. Časté je členění na funkce produkční a mimoprodukční, které u rozptýlené zeleně převládají. V zemědělské krajině hraje klíčovou roli z hlediska její ekologie, protierozní ochrany, ekologické stability a biodiverzity. Další jsou funkce hygienické, estetické a rekreační. Trvalá zeleň obecně zpestřuje krajinnou strukturu a pozitivně ovlivňuje krajinný ráz a celkové vnímání krajiny. Vorel (1999) uvádí, že nelesní dřevinná zeleň (solitérní stromy, aleje, remízky, břehové porosty) patří k nejvýznamnějším krajinnotvorným prvkům, protože zvyšuje diverzitu krajiny a vytváří esteticky libé body a plochy. Některé prvky nelesní dřevinné vegetace tvoří součást historických krajinných struktur, např. na mezích, na hranicích pozemků, kamenicích nebo jako doprovod drobných kulturních a sakrálních památek ve volné krajině (kapličky, kříže, boží muka). Z krajinářského i krajinně ekologického hlediska je tedy její existence v krajině jednoznačně pozitivní. Její význam je typicky polyfunkční a výrazně větší než její plošné zastoupení. Podrobněji např. Sláviková (1987); Forman, Godron (1993); Supuka a kol. (1999); Baudry et al. (2000); Trnka (2001); Sklenička (2003); Špulerová (2006).

Česká i slovenská krajina však prodělala ve 2. polovině 20. století dramatické změny, při nichž byla nelesní dřevinná vegetace ve volné krajině většinou bezohledně likvidována. Je pozoruhodné, že ještě v 80. letech řešily resortní výzkumné ústavy úkol, jak "vyčistit" hospodářský obvod zemědělského závodu od jakýchkoliv překážek bránících plynulému obdělávání pozemků. Těmito překážkami byly např. skupiny balvanů, ojedinělá zbývající prameniště a mokřiny nebo jednotlivé dřeviny a skupiny keřů, tedy drobné krajinné prvky, které dnes v krajině chráníme, protože mají svůj krajinnotvorný, estetický i ekologický význam. Maloplošná mozaika přirozeně polyfunkční venkovské krajiny byla vystřídána hrubozrnnou krajinou velkých kolektivizovaných polí (Lipský 1995). Ze zemědělské krajiny zmizela většina drobných, extenzivně obhospodařovaných biotopů a ekologicky stabilizačních prvků jako jsou zatrávněné meze, suché pastviny a maloplošné extenzivní sady na příkrých stráních, vlhké loučky v okolí pramenišť a podél vodních toků, hranice mezi jednotlivými pozemky, rozptýlená solitérní, liniová i skupinová zeleň nebo břehové porosty podél napřímených vodních toků. Dramatické změny ve struktuře české zemědělské krajiny dokumentují

následující údaje: „Z krajiny zmizelo na 4000 km stromořadí, 3600 ha rozptýlené zeleně, 49 000 km mezí a 158 000 km polních cest. Jenom při scelování pozemků se v průměrném katastrálním území odstraňovalo 350–400 vzrostlých stromů a 2500–3500 m² keřových porostů.“ (Moldan et al. 1990). Podle odhadů zaujímal rozptýlená zeleň v polovině 80. let pouze 0,3–0,5 % území Česka (Trnka 2001). Statistická data o využití půdního fondu nemohou tyto zásadní změny krajinné mozaiky (krajinnou mikrostrukturu) postihnout.

Likvidace a snížení výměry nelesní dřevinné vegetace v otevřené zemědělské krajině se netýká pouze bývalého Československa. Technologické změny, intenzifikace a mechanizace zemědělství měly podobné důsledky v Evropě východní i západní (Burel, Baudry 1990; Barr, Gillespie 2000; Jongman 2002; Plieninger et al. 2012). McCollin (2000) zdůrazňuje, že v letech 1984–1994 ubylo v anglické krajině 158 000 km živých plotů, tj. třetina jejich délky z roku 1984. Jongman (2002) uvádí, že celková délka liniových vegetačních struktur v Nizozemí se za 80 let (1900–1980) snížila o 80 procent.

Na druhé straně došlo ke spontánnímu nárůstu dřevinné zeleně na plochách, které se přestaly obdělávat. Drastická likvidace rozptýlené zeleně v polích byla kompenzována přírůstkem trvalé zeleně na opuštěných plochách (Lipský, Kukla 2012). Výzkumy v různých oblastech naší republiky prokázaly, že vedle likvidace rozptýlené zeleně mezi zemědělskými bloky došlo zároveň k jejímu rozšíření na příkrých svazích, podél vodních toků a na okrajích venkovských sídel. Ačkoliv to zní nelogicky, trvalé zeleně mohlo v některých územích paradoxně v období socialistického zemědělství v krajině i přibývat (Kubeš 1994), byť její kvalita a prostorové rozmístění měly k ideálu daleko (Lipský 1995).

Cílem tohoto příspěvku je proto analyzovat ve vybraném území Bílých Karpat:

- a) současný stav nelesní dřevinné vegetace, její rozšíření a vztah k přírodním a socioekonomickým podmínkám;
- b) změny v rozšíření a prostorových vztazích nelesní dřevinné vegetace za posledních 60 let a příčiny těchto změn.

METODY MAPOVÁNÍ A HODNOCENÍ NELESNÍ DŘEVINNÉ VEGETACE

Pro mapování nelesní dřevinné vegetace lze využít metodiky podrobného mapování krajiny v měřítku 1: 10 000 (Pellantová a kol. 1994; Vondrušková a kol. 1994), jejichž cílem je získat pro ochranu přírody a krajiny do té doby chybějící data o současném využívání krajiny (s výjimkou sídelního intravilánu) a její aktuální vegetaci. Mapová legenda obou metodik rozlišuje bodové, liniové a plošné segmenty krajiny. Od roku 1995 se toto mapování krajiny stalo závazným podkladem pro vymezování kostry ekologické stability a návrh lokálního ÚSES (Löw a kol. 1995). Ekologicky významné segmenty jsou podrobně charakterizovány v tabulkách, kde je zaznamenáno jejich druhové složení, význam, zdravotní stav, případné ohrožení a návrh managementových opatření na jejich ochranu nebo zlepšení stavu.

Další, specificky zaměřenou metodikou, je metodika mapování fytocenóz významných z hlediska ochrany přírody a krajiny (Řepka, Kailer a kol. 1994), jež na rozdíl od předchozích nemapuje plošně celou krajinu, ale jen vybrané, přírodě blízké segmenty krajiny a jejich společenstva. Vybraná, především přírodě blízká a ochránářsky významná společenstva včetně nelesní dřevinné vegetace byla mapována také v rámci mapování biotopů Česka v letech 2000–2004 podle Katalogu biotopů České Republiky (Chytrý a kol. 2001). Na Slovensku probíhalo první mapování biologicky cenných a pro krajinu ekologicky významných biotopů dle příručky Biotopy Slovenska (Ružičková a kol. 1996), později podle Katalogu biotopov Slovenska (Stanová, Valachovič 2002).

Tradičními důvody hodnocení rozptýlené zeleně je ochrana zemědělského půdního fondu, ochrana přírody a krajiny a hodnocení krajinného rázu. Krajinářský přístup zastupují Jech a Weber (1995), kteří doporučují při všeobecném hodnocení trvalé krajinné zeleně na venkově věnovat pozornost jejímu výškovému členění, estetickým a historickým charakteristikám, případně rekreačnímu využití. Bulíř a kol. (1992) navrhuje bodové hodnocení prvků nelesní dřevinné vegetace podle funkcí, které v krajině zajišťují (význam pro uchování biodiverzity a genofondu, funkce ekostabilizační, sociální, hygienická, produkční). Čím vyšší bodové hodnoty vegetační prvek dosáhne, tím naléhavější je stupeň jeho ochrany či obnovy.

Různé formy a uspořádání prvků nelesní dřevinné vegetace vtiskují krajině její specifický ráz (Benčat', Jančura 2008). V metodikách hodnocení krajinného rázu je přítomnost nelesní dřevinné vegetace vesměs vnímána jako kladná přírodní a estetická hodnota krajinného rázu a zásadní určující znak jeho přírodní charakteristiky (Bukáček, Matějka 1999). Přírodní hodnota je pak dána zastoupením přirozených ekosystémů a druhovou pestrostí. Míchal a kol. (1999) zmiňují aktuální vegetaci jako součást kulturní charakteristiky krajinného rázu, doporučují ji však kvantifikovat zjednodušeně, např. stupni ekologické stability. Pro účely hodnocení krajinného rázu rozlišují Bukáček a Matějka (1999) jako základní prostorové typy krajinné zeleně solitérní vzrostlé stromy, pásy a linie stromů a keřů, shluky a remízky stromů a keřů. Podle dalších kritérií pak rozlišují aleje, sady, stromořadí, meze, větrolamy, živé ploty, břehové porosty, nálety na zemědělské půdě a porosty umělých civilizačních prvků. Podrobněji se možnostmi zahrnutí nelesní dřevinné vegetace do procesu hodnocení krajinného rázu zabývá Flekalová (2010).

Molnárová (2008) hodnotí na konkrétním příkladu 3 katastrálních území Plzeňského kraje strukturální krajinné ekologické charakteristiky liniových prvků, jako jsou jejich hustota, relativní plocha a konektivita.

Zahraniční práce se již tradičně věnují především hodnocení liniových vegetačních struktur, tzv. živých plotů. Zkoumá se především jejich klíčový význam pro ekologické fungování krajiny (Merot 1999; Sanchez et al. 2010), dopady změn ve využívání krajiny na druhy žijící v jejich prostředí (Baudry et al. 2003; Enoult, Alard 2011) nebo jejich vnímání různými zájmovými skupinami (Oreszczyn, Lane 1999; Oreszczyn 2000). Odborné práce se zaměřením na problematiku živých plotů shrnuje McCollin (2001).

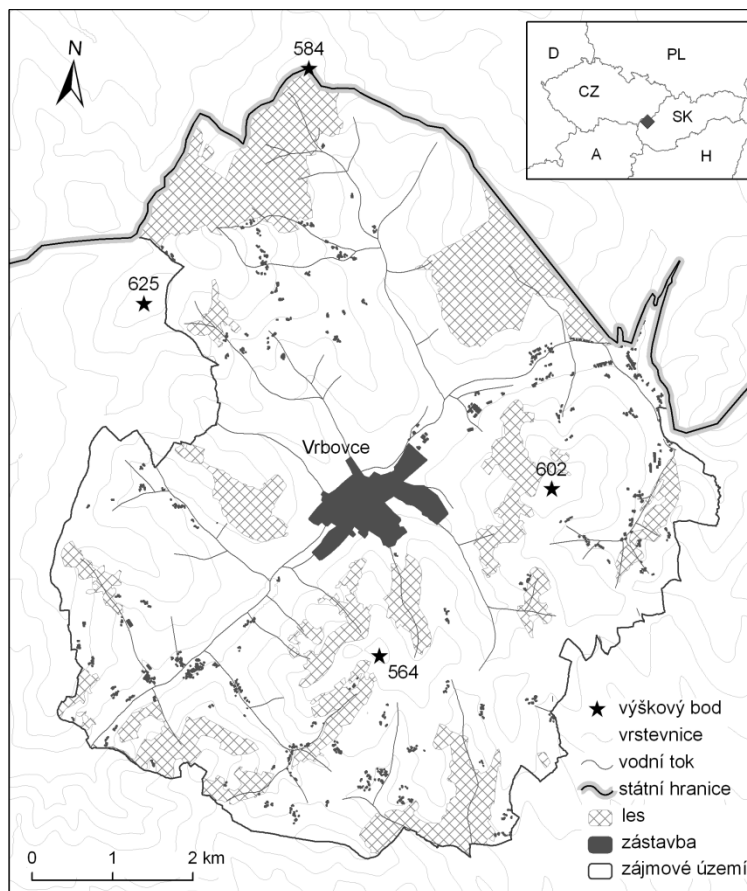
CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území zahrnuje rozsáhlé katastrální území obce Vrbovce o celkové výměře 51,5 km² v jihozápadní části Bílých Karpat na slovenské straně (Obr. 1). Geologické podloží tvoří flyšové horniny s převahou pískovců a méně jílovců. Vrchovinný reliéf dosahuje nadmořské výšky cca 300–600 m s nejvyšším bodem Žalostiná (616 m). Reliéf flyšového pásma Bílých Karpat charakterizují mírné zaoblené tvary bez skalních výchozů, dlouhé táhlé hřbety, mírné svahy a dlouhá, poměrně široká a zahloubená údolí (Kuča a kol. 1992). Územím protéká řeka Teplica, která pramení na české straně Bílých Karpat. Podnebí je mírně teplé, vlhké, s mírnou až chladnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 6–8 °C (Šťastný a kol. 2002) a průměrné roční množství srážek dosahuje 700–800 mm (Faško, Šťastný 2002). Z půdních typů v území dominují kambizemě (71 %). Menší zastoupení mají regozemě (10,7 %) a rendziny (7,2 %). Úzké nivy vodních toků pokrývají černice (3 %).

V potenciální přirozené vegetaci převládají na většině území karpatské dubohabrové lesy, ve vyšších polohách podhorské bukové a jedlobukové lesy. V údolních nivách jsou mapované podhorské podmáčené olšiny (Maglocký 2002). Přirozená vegetace byla v minulosti výrazně pozměněna činností člověka. Většina lesů se změnila na zemědělskou půdu. Typickým prvkem kulturní krajiny Bílých

Karpat jsou květnaté louky s výskytem vzácných orchidejí a rozptýlená vegetace na zemědělské půdě. Jejich rozšíření je vedle přírodních podmínek výsledkem extenzivního obhospodařování luk a pastvin v minulosti.

Obr. 1 Zájmové území



Zdroj dat: Základní mapy SR 1:50 000

V současném využití krajiny zaujímá orná půda 38 %, louky a pastviny cca 20 % a lesy 23 % (CORINE Land Cover 2006). Více než 15 % území spadá do kategorie „převážně zemědělská půda s výrazným zastoupením přirozené vegetace“. Podíl orné půdy se v poslední době zatravněním trvale snižuje ve prospěch luk a pastvin. Na druhé straně řada ploch tradičních luk a pastvin je opuštěná a sukcesně zarůstá.

Charakteristickým rysem Bílých Karpat je rozptýlené osídlení zvané kopanice (Kuča a kol. 1992; Pavličková 2007). Na rozptýlené osídlení jsou vázány také charakteristické struktury nelesní dřevinné vegetace. Původní venkovská populace na kopanicích však vymírá a domy jsou využívány většinou jako rekreační objekty. To má za následek další změny ve využívání krajiny a jejím krajinném rázu.

V roce 1979 byla vyhlášena chráněná krajinná oblast (CHKO) Biele Karpaty na ochranu přírodních a krajinných hodnot, s ohledem právě také na typický charakter rozptýleného osídlení a rozptýlené zeleně. Původní výměra CHKO se však snížila, protože z ní byly vyňaty intenzivně využívané plochy orné půdy v katastru Vrbovce. V současné době tak CHKO Biele Karpaty zaujímá 25 % zájmového území (Demková 2011).

METODIKA A MATERIÁL

Sběr dat

Nelesní dřevinná vegetace byla vizuálně interpretována na leteckých měřických snímcích ze 3 časových horizontů (1949, 1986, 2006). Snímky byly transformovány do Křivákova systému S-JTSK s využitím softwaru PCI Geomatics 10.0. Prvky nelesní dřevinné vegetace byly interpretovány ve 3 kategoriích: bodové, liniové a plošné (viz Tab. 1). Plocha prvků byla určena jako půdorysná projekce korun stromů nebo křovin. U liniových prvků byla dále měřena jejich délka.

Současný stav vegetace byl zjištěn terénním průzkumem ve vegetačním období 2011 podle navržené metodiky (Demková, Lipský 2012). Mapované charakteristiky se zaznamenávaly do terénní karty (viz Tab. 2).

Tab. 2 Terénní karta

Kód prvku		Typ, kategorie	
Délka, šířka (m)		Plocha (m ²)	
Etáž		Výška (m)	
Lokalita			
Využití			
Druhové složení			
Formace		Původnost druhů	
Zápoj		Zdravotní stav	
Příčina výskytu		Funkce	
Ohrožení		Stupeň ekolog. stability	
Dutiny v stromě	Ano x ne	Mrtvé dřevo	Ano x ne
Semenáčky	Ano x ne		

Kód prvku – skládá se z písmene (P – plošný, L – liniový, B – bodový) a pořadového čísla. Každému prvku rozptýlené zeleně se přiřadí nový kód.

Typ, kategorie

P – remíz, zeleň na plochách nevhodných k hospodářskému využívání (např. zamokření, skalní výchozy, hromady vysbíraného kamení apod.), na opuštěných plochách (ležících ladem);

L – stromořadí (jedna řada dřevin podél cestních komunikací), pás dřevin (víceřadá linie dřevin podél cestních komunikací), doprovodná zeleň železnic, břehový porost, větrolam, liniová zeleň na mezi;

B – solitér, skupina dřevin (max. 3 vzrostlí jedinci).

Délka, šířka (u liniových porostů) – vypočítají se v programu ArcGIS.

Plocha (u bodových a plošných prvků) – vypočítají se v programu ArcGIS.

Etáž (patro) – vertikální struktura porostu: 2-etážový (do výšky 3 m), 3-etážový (3 m a více).

Výška – určí se odhadem v terénu, případně výškoměrem.

V případě solitérního stromu se změří obvod kmene (cm) ve výšce 130 cm nad zemí.

Lokalita – název lokality, její charakteristiky jako zamokření, výskyt vodního toku, vodní plochy, výrazných tvarů reliéfu (konkávní, konvexní).

Využití – současné využití pozemku.

Druhov é složen í – výskyt všech přítomných druhů (příp. rodů) dřevin v porostu (nomenklatura podle Úradníček a kol. 2009); v případě jednoznačné převahy některých druhů se uvede jejich dominance.

Formace – výlučně stromový, výlučně keřový, smíšený porost (Sláviková 1987).

Původnost druhů – domácí (autochtonní), nepůvodní (allochtonní).

Zápoj – dokonalý, přeruš ený (mezerovitý porost).

Zdravotní stav – bez viditelného poškození, schnutí listů, napadení škůdci, mechanické poškození atd. (Pellantová a kol. 1994).

Příčina výskytu – náhodný, záměrně vysazený (např. podél komunikací).

Funkce – produkční, mimoprodukční (biotické, abiotické).

Ohrožen í – negativní ovlivnění rozptýlené zeleně antropogenní činností (uvede se konkrétně druh činnosti a míra ohrožen í (Sláviková 1987).

Stupeň ekologické stability – v rozmezí 2 až 4, uvádí se pouze u plošných a liniových prvků (dle Pellantové a kol. 1994).

Jako doplňující informace slouží údaje:

Dutiny ve stromech – mají význam jako potenciální hnízdní dutiny pro ptáky.

Mrtvé dřevo – jeho přítomnost je významná z hlediska ochrany brouků.

Semenáčky – jejich přítomnost ukazuje na probíhající nebo potenciální zmlazování.

Digitální model reliéfu byl využitý jako referenční zobrazení pro transformaci leteckých snímků a pro zjištění charakteristik reliéfu (nadmořská výška, sklon a expozice). Pro výpočet vzdálenosti od sídla byla použita Euklidovská vzdálenost. Půdní mapa v měřítku 1: 5000 (Výzkumný ústav pôdoznamectva a ochrany pôdy, Bratislava) a mapa CORINE Land Cover 2006 v měřítku 1:50000 (Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica) byly využité pro sledování závislosti rozšíření rozptýlené zeleně na podmínkách prostředí.

Popis statistických metod

Vybranými statistickými metodami byla sledovaná závislost mapovaných charakteristik nelesní dřevinné vegetace (plocha, lokalita, formace, původ druhů, zápoj, příčina výskytu, funkce a ohrožen í) na environmentálních podmínkách prostředí (nadmořská výška, sklon, expozice, vzdálenost od sídla, půdní typ, typ krajinného pokryvu). Statistické zpracování bylo provedené v prostředí programu STATISTICA (StatSoft, 2009).

Kvantitativní proměnné (plocha, nadmořská výška, sklon a vzdálenost od sídla) byly otestované z hlediska jejich normálního rozdělení a upravené standardizací. Korelace pro kvantitativní charakteristiky byly zjištěné pomocí Pearsonova korelačního koeficientu na hladině spolehlivosti $p=0,05$. Vliv kvalitativních proměnných (lokalita, formace, původ druhů, zápoj, příčina výskytu, funkce a ohrožen í) na odlišnosti průměrů závisle proměnných (nadmořská výška, sklon, vzdálenost od sídla) byl sledován s využitím analýzy rozptylu (jednocestní ANOVA). Pomocí korespondenční analýzy je možné ověřit vztahy mezi kategoriálními proměnnými. Jde o zobrazení kontingenční tabulky nejčastěji v dvourozměrném prostoru při malé ztrátě informace. Všechny vztahy jsou testované na hladině spolehlivosti $p=0,05$.

Analýza změn v rozšíření nelesní dřevinné vegetace

Pro kvantifikaci strukturních změn v rozšíření prvků nelesní dřevinné vegetace byly využity krajinné metriky popsané v Tab. 3. Kvantitativní charakteristiky byly vypočteny pro 3 časové horizonty 1949, 1986, 2011 použitím extenze Patch Analyst 5.0 pro ArcGIS 9.3 (Rempel et al. 2012).

Tab. 3 Použité krajinné metriky (McGarigal et al. 2002; Sklenička, Lhota 2002)

Krajinné metriky	Charakteristika
Plocha kategorií NDV	celková plocha polygonů v dané kategorii v m ²
Počet polygonů	celkový počet polygonů v dané jednotce
Průměrná velikost polygonů	v m ²
Celková délka okrajů polygonů	v km
Shannonův index diverzity	hodnota indexu roste s rostoucím počtem typů plošek (polygonů) a/nebo s rostoucí rovnoměrností plošného zastoupení jednotlivých typů
Relativní délka liniových prvků	poměr celkové délky liniových prvků k celkové rozloze zájmového území (km/km ²)
Relativní plocha polygonů	poměr plochy všech polygonů NDV k celkové rozloze zájmového území (m ² /km ²)

VÝSLEDKY

Charakteristika současného stavu (výsledky terénního mapování)

Nelesní dřevinná vegetace pokrývá 2,61 % zájmového území, přičemž významně největší podíl připadá na liniové prvky (Tab. 4). Počet prvků v jednotlivých kategoriích (bodové, plošné, liniové) je přibližně vyrovnaný, ale bodové prvky mají samozřejmě jen minimální podíl na celkové výměře rozptýlené zeleně (průměrná velikost bodového prvku je 32 m²).

Tab. 4 Sumární hodnoty výskytu nelesní dřevinné vegetace v zájmovém území

Prvky NDV	Počet prvků NDV	Celková plocha NDV (ha)	Relativní plocha NDV (m ² /km ²)	Podíl NDV na celkové výměře zájm. území (%)
Bodové	528	1,7	330	0,03
Plošné	652	19,1	3717	0,37
Liniové	629	113,5	22051	2,21
Celkem	1809	134,3	26097	2,61

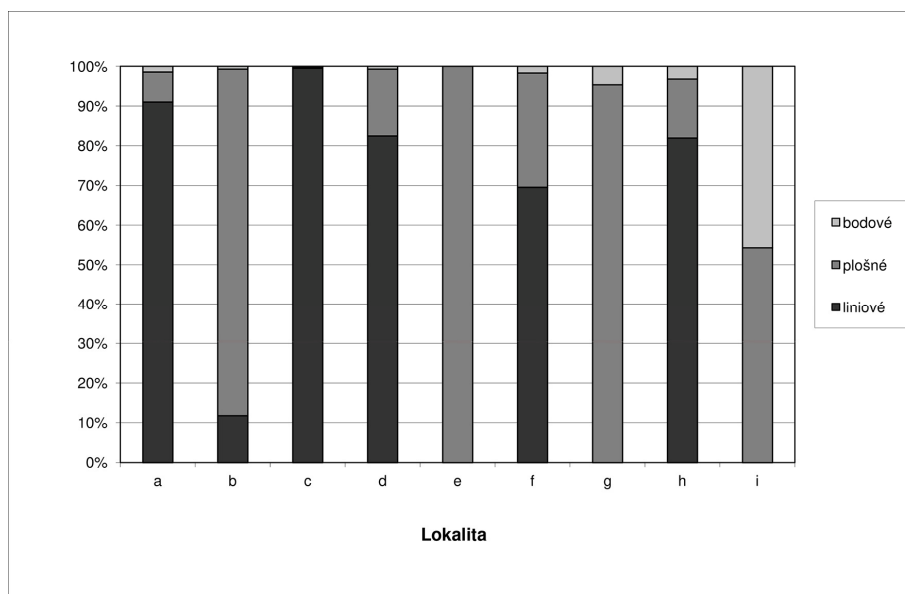
Plošné a bodové prvky se vyskytují v rámci kategorie krajinného pokryvu orná půda a trvalé travní porosty nejčastěji na mezích (41 %), v suchých depresích (15 %), na hranicích pozemků (12 %) a podél cest (10 %). Plošné prvky se dále významně vyskytují na hromadách vysbíraného kamení – tzv. kamenicích (3 % plošných prvků), které jsou obvykle situovány na hranicích pozemků. U technických staveb dominují bodové prvky – většinou jde o sloupky vysokého napětí (Obr. 2).

Liniové prvky přirozeně převládají podél komunikací a naprosto dominují podél vodních toků a vodních ploch. Dále se vyskytují na mezích, v erozních stržích, na hranicích současných nebo bývalých pozemků. Jejich celková délka dosahuje 93 km (hustota 1,8 km na 1 km²).

Druhové složení nelesní dřevinné vegetace je velmi bohaté s minimálním zastoupením geograficky nepůvodních druhů (5,5 %). V zájmovém území bylo rozlišeno několik biotopů. Mnohé porosty spadají dle Ružičkové a kol. (1996) mezi skupiny stromů, remízky, které představují

degradované fragmenty karpatských dubohabřin (*Carici pilosae-Carpinenion betuli*), podhorských květnatých bučin (*Eu-Fagenion p. p. maj.*) a podhorských jedlových lužních lesů (*Stellario-Alnetum glutinosae*, *Carici remotae-Fraxinetum*). Z keřových porostů se tu vyskytují trnkové (*Ligustro-Prunetum*) a trnkovo-lískové (*Pruno-Coryletum*) křoviny. Pro keřové porosty je výstižnější označení biotopu vysoké mezofilní a xerofilní křoviny podle Chytrého a kol. (2009), které lépe vystihuje pestré druhové složení porostů. Z antropogenních biotopů jsou zastoupené především stromořadí a opuštěné ovocné sady.

Obr. 2 Plošné zastoupení prvků nelesní dřevinné vegetace podle typu lokality



Legenda: a-komunikace; b-zamokřené plochy; c-vodní plochy, toky; d-erozní strže; e-kamenice; f-meze; g-nevyužívané plochy; h-hranice pozemků; i-technické stavby.

Jednoznačnou převahu mají listnaté druhy, jehličnany se vyskytují výjimečně (v blízkosti staveb). Ze stromů dominuje dub zimní (*Quercus petraea*), habr obecný (*Carpinus betulus*), javor horský (klen) a javor babyka (*Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), lípa (*Tilia spp.*), na zamokřených stanovištích vrby (*Salix spp.*). Z ovocných stromů je v rozptýlené vegetaci nejvíce zastoupená třešeň, švestka, hrušeň, jablonoň, ořech. Z keřů se nejčastěji vyskytují hlohy (*Crataegus spp.*), růže šípová (*Rosa canina*), slivoň trnka (*Prunus spinosa*), bez černý (*Sambucus nigra*), svída krvavá (*Swida sanguinea*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), líska (*Corylus avellana*), ostružiník (*Rubus spp.*). K vzácným druhům patří jeřáb oskeruše (*Sorbus domestica*), který byl v minulosti hojný a pro Bílé Karpaty charakteristický. Z chráněných druhů se zde vyskytuje dřín obecný (*Cornus mas*). Často se v porostech objevují popínavé dřeviny jako plamének plotní (*Clematis vitalba*) a břečťan popínavý (*Hedera helix*). Z allochtonních druhů byl nejčastěji zjištěn jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a modřín opadavý (*Larix decidua*), ale jenom v liniových porostech podél cest.

Převážná většina liniové (95 %) a plošné vegetace (90 %) je smíšená, to znamená, že porost tvoří současně stromy i keře. Téměř polovina bodových prvků je tvořena pouze stromy, většinou solitéry. Dřeviny jsou v poměrně dobrém zdravotním stavu. Bylo zjištěno minimální ohrožení antropogenní činností. Nelesní dřevinnou vegetaci však paradoxně ohrožuje opuštění obdělávání pozemků a jejich spontánní zarůstání dřevinami. Většinou jsou to vzdálené pozemky, které zarůstáním splývají s blízkým lesem. Rozptýlená zeleň tak zaniká, i když vegetace trvá, stává se však součástí lesního porostu. Více než polovina prvků nelesní dřevinné vegetace se šíří spontánně. To svědčí o

dostatečném množství zdrojů diaspor a přirozeném zmlazování porostů (potvrzené terénním průzkumem). Nelesní dřevinná vegetace plní v krajině převážně mimoprodukční funkce, z nichž převažuje funkce ekostabilizační, protierozní a ochranná. Výlučně produkční funkci mají jen asi 4 % rozptýlené zeleně.

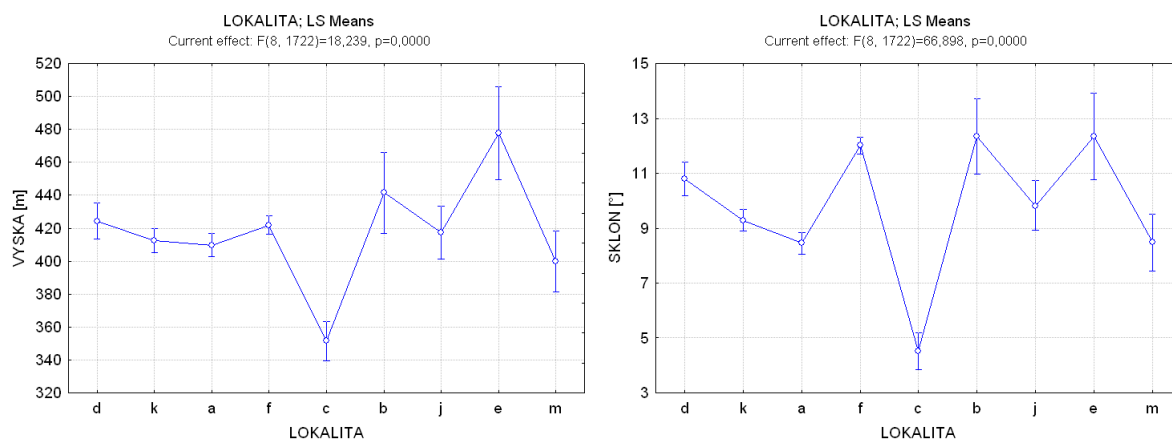
Rozšíření nelesní dřevinné vegetace a její vztah k přírodním a socio-ekonomickým podmínkám

Závislost rozšíření nelesní dřevinné vegetace na typu krajinného pokryvu (podle CORINE Land Cover) a na půdním typu se ukázala jako statisticky významná (krajinný pokryv: $F(3,1805)=4,473$; $p=0,004$; půdní typ: $F(5,1803)=11,745$; $p=0,000$). Podle typu krajinného pokryvu má nelesní dřevinná vegetace největší zastoupení v mozaice polí, luk a pastvin ($8,0 \text{ ha/km}^2$), dále na loukách a pastvinách ($4,4 \text{ ha/km}^2$) a v kategorii převážně zemědělské krajiny s výrazným zastoupením přirozené vegetace ($4,2 \text{ ha/km}^2$). V kategorii orná půda je zastoupení rozptýlené zeleně nejnižší ($2,6 \text{ ha/km}^2$). Z hlediska půdních typů je nejvíce rozšířená na fluvizemi ($14,7 \text{ ha/km}^2$) a černici ($13,8 \text{ ha/km}^2$). Většinou jde o břehové porosty vodních toků. Nejmenší rozšíření prvků nelesní dřevinné vegetace bylo zjištěno na kambizemích ($3,3 \text{ ha/km}^2$) a rendzině ($3,1 \text{ ha/km}^2$).

Dále jsou popsány pouze vztahy, které byly vyhodnoceny jako statisticky významné a jsou interpretačně zajímavé.

Závislost výskytu nelesní dřevinné vegetace na sledovaných podmínkách prostředí se ukázala jako statisticky významná. Vegetace podél vodních ploch a toků se nachází průměrně v nejnižších polohách, zatímco na nejvyšší průměrné nadmořské výšce se vážou dřevinné porosty na kamenicích (Obr. 3a). Na nejstrmějších svazích s průměrným sklonem 12° se vyskytuje nelesní dřevinná vegetace na mezích, kamenicích a zamokřených stanovištích, naopak na nejnižší sklon se vážou břehové porosty vodních toků a ploch (Obr. 3b).

Obr. 3 Vztah nelesní dřevinné vegetace k nadmořské výšce (a) a k sklonu (b) dle lokality



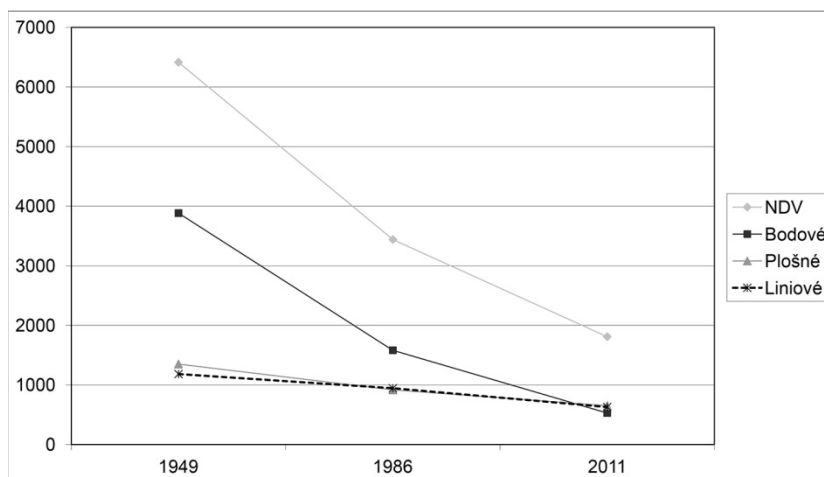
Legenda: a-komunikace; b-zamokřené plochy; c-vodní plochy, toky; d-erozní strže; e-kamenice; f-meze; g-nevyužívané plochy; h-hranice pozemků; i-technické stavby.

Souvislé porosty nelesní dřevinné vegetace se vyskytují v průměru ve vyšších nadmořských výškách, na strmějších svazích a dále od sídel než nesouvislé. Také spontánně rostoucí porosty se logicky vyskytují na sklonitějších svazích a průměrně ve větší vzdálenosti od sídel než vysazená zeleň. To koreluje s jejich mimoprodukční funkcí, která roste se sklonitostí a vzdáleností od sídel. Spontánní porosty s mimoprodukční funkcí se šíří hlavně na trvalých travních porostech a v mozaice polí, luk a trvalých kultur, zatímco vysazené porosty s produkční funkcí jsou nejvíce v krajině s ornou půdou. Solitéry mají větší výškový rozptyl než souvislé porosty. Nelesní dřevinná vegetace ohrožená antropogenní činností se soustřeďuje do nižších poloh (okolí sídel) než vegetace bez ohrožení.

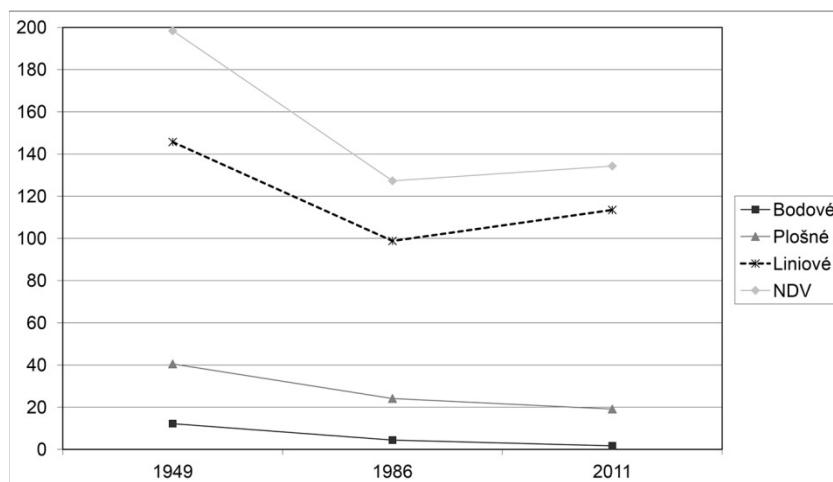
Změny krajinné mikrostruktury od roku 1949 do současnosti

Počet prvků nelesní dřevinné vegetace se v celém poválečném období snižoval, a to ve všech kategoriích – bodové, plošné i liniové (Obr. 4). Plošný rozsah rozptýlené zeleně se snížil o jednu třetinu (Obr. 5). Pokles se odehrál v období socializace venkova, zatímco za posledních 25 let pozorujeme mírný nárůst výměry (nikoliv počtu prvků) z důvodu nárůstu vegetace stávajících liniových prvků. Na druhou stranu délka liniových prvků neustále klesá – ze 144 km v r. 1949 na 95 km v r. 1986 a 93 km v r. 2011. Relativně nejvíce se snížil počet i výměra bodových prvků (pokles výměry o 86 %).

Obr. 4 Změny v počtu prvků nelesní dřevinné vegetace v letech 1949, 1986 a 2011



Obr. 5 Změny ve výměře nelesní dřevinné vegetace v letech 1949, 1986 a 2011 (v ha)



Celková průměrná velikost polygonů nelesní dřevinné vegetace se v sledovaném období zvýšila více než dvojnásobně (Tab. 5), především vlivem nárůstu plochy liniových prvků. Jejich relativní délka se naopak snížila o 36% (Tab. 6). Průměrná velikost bodových a plošných prvků se výrazněji nezměnila (v prvním období mírné zmenšení, v druhém období mírné zvětšení přibližně na původní velikost). Výrazný pokles po celé období vykazuje počet prvků ve všech kategoriích a jejich relativní plocha s výjimkou liniových prvků (Tab. 6).

Tab. 5 Změny krajinné mikrostruktury ve vztahu k nelesní dřevinné vegetaci (sumární hodnoty za všechny kategorie) za období 1949-2011

Ukazatel	1949	1986	2011
Počet polygonů	6415	3422	1809
Průměrná velikost polygonů (m ²)	309	373	742
Celková délka okrajů polygonů (km)	474	291	249
Shannonův index diverzity	0,72	0,63	0,48

Tab. 6 Změny krajinných metrik pro kategorie nelesní dřevinné vegetace za období 1949-2011

Ukazatel	Bodové			Plošné			Liniové		
	1949	1986	2011	1949	1986	2011	1949	1986	2011
Počet polygonů	3883	1581	528	1350	916	652	1182	922	629
Průměrná velikost polygonů (m ²)	32	28	32	300	263	293	1232	1075	1804
Relativní délka liniových prvků (km/km ²)	x	x	x	x	x	x	2,8	1,8	1,8
Relativní plocha polygonů (m ² /km ²)	2375	850	330	7868	4681	3717	28308	19252	22051

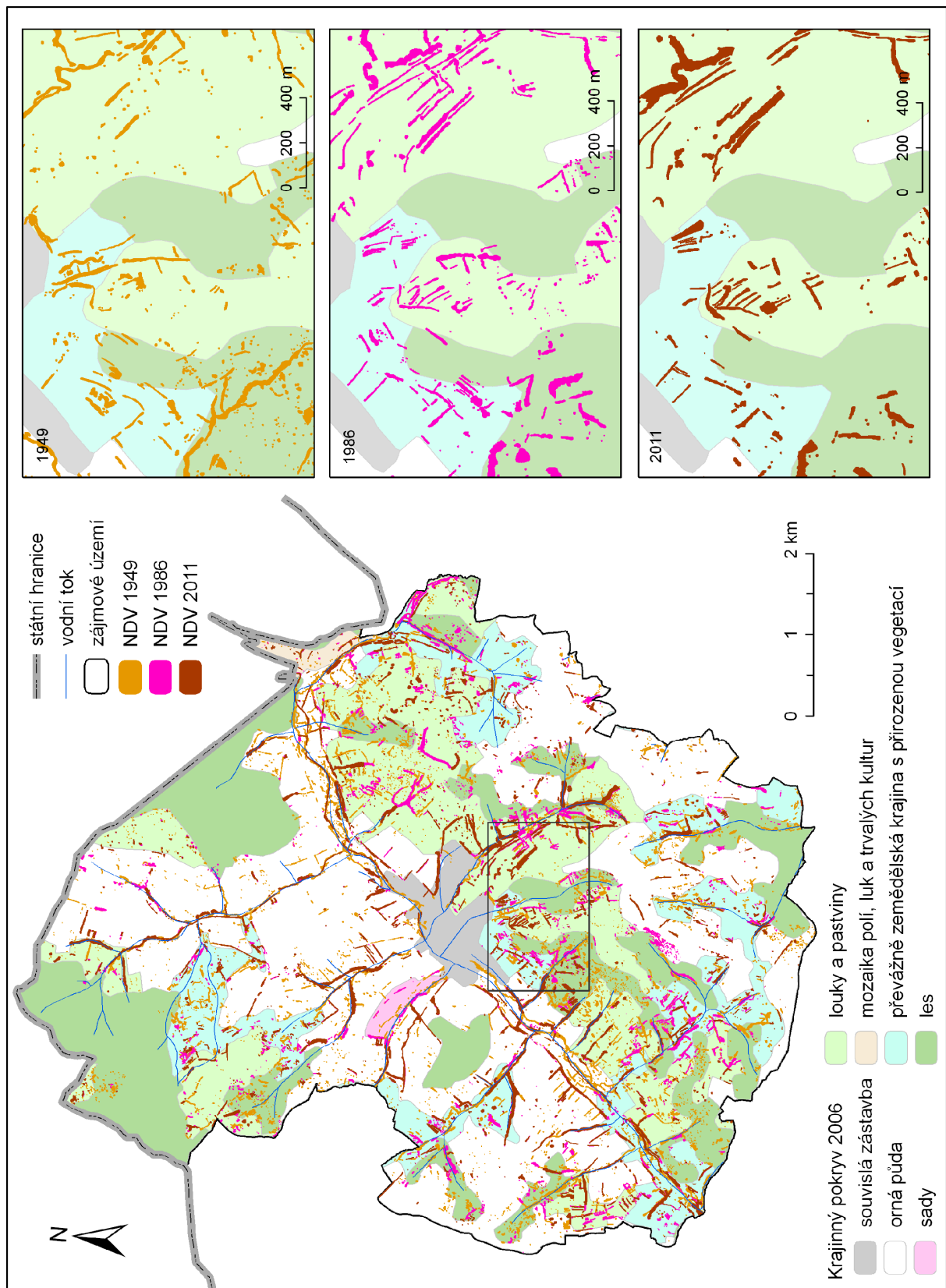
Vypočítané krajinné metriky ukazují výrazné snížení krajinné heterogenity (Shannonův index diverzity), které odpovídá pronikavému snížení počtu prvků nelesní dřevinné vegetace o 71 % (Obr. 6). V souladu s tím se snížila asi o 50 % také délka okrajů, naopak průměrná velikost polygonů se zvýšila více než dvojnásobně (Tab. 5).

DISKUSE A ZÁVĚR

Nelesní dřevinná vegetace tvoří v současnosti jen 2,61 % celkové rozlohy zájmového území v Bílých Karpatech. Plní zde však důležité krajinotvorné funkce a tvoří významné biotopy pro množství organismů žijících ve volné krajině.

Současný stav rozšíření a charakteristik nelesní dřevinné vegetace můžeme porovnat s výsledky metodicky totožného terénního mapování v nížinaté oblasti středních Čech (Demková, Lipský 2012). Z výsledků vyplývá očekávané dvojnásobně větší zastoupení nelesní dřevinné vegetace v krajině Bílých Karpat (plošný podíl 3,4 % na zemědělském půdním fondu proti 1,7 % ve středních Čechách). Ve středních Čechách byla mírně vyšší jen relativní délka liniových prvků, což je vysvětlitelné specifickým charakterem nivní krajiny s vysokým podílem liniové vegetace typu břehových porostů podél sítí vodních toků a kanálů. Z hlediska lokalizace nelesní dřevinné vegetace jsou výsledky v obou územích velmi podobné. Výjimkou je zeleň vázaná na památníky a drobné sakrální stavby, které se v zájmovém území Bílých Karpat nevyskytují. Rozdíly mezi oběma územími existují samozřejmě v druhovém složení a dále v zastoupení geograficky nepůvodních druhů, jejichž výskyt je v Bílých Karpatech mnohem menší. Území ve středních Čechách patří zčásti do krajinné památkové zóny, proto zde mnohé prvky nelesní dřevinné vegetace byly vysazeny s cílem estetickým a krajinotvorným. V Bílých Karpatech tento motiv nenajdeme. Záměrně vysazené dřeviny zde mají plnit funkci produkční nebo ochrannou. V Bílých Karpatech se proti nížinaté krajině středních Čech vyskytuje také mnohem více spontánní vegetace, která se šíří na opuštěné zemědělské půdě.

Obr. 7 Změny krajinné mikrostruktury nelesní dřevinné vegetace v letech 1949, 1986 a 2011



Závislost rozšíření nelesní dřevinné vegetace na přírodních a socio-ekonomických podmínkách je statisticky významná, ale hodnoty jsou velmi nízké. Výsledky potvrzují závěry Skleničky a kol. (2009), že na extenzivněji využívaných plochách jako trvalé travní porosty a mozaika polí, luk a pastvin má rozptýlená zeleň větší zastoupení. Nepotvrdila se však závislost jejího rozšíření na půdní úrodnosti (na méně úrodných půdách by měla mít vyšší zastoupení). Příčinou je dominantní role břehových porostů, které se zde naopak vyskytují na nejúrodnějších fluvizemích a černicích.

Pestrá krajinná struktura bělokarpatské krajiny zachycená na leteckých snímcích z roku 1949 se v průběhu následujících 60 let výrazně změnila. Dokumentují to nejen změny krajinného pokryvu viditelné na první pohled na snímcích, ale i změny plošného zastoupení a rozmístění prvků nelesní dřevinné vegetace. Změny krajinné struktury ve směru jejího výrazného zjednodušení, způsobené socialistickou kolektivizací, se projevily i v krajině Bílých Karpat. Snížení výměry rozptýlené zeleně o 37 % zde bylo konkrétně způsobené několika faktory. Zcelováním pozemků a rozoráním trvalých travních porostů zanikla řada prvků nelesní dřevinné vegetace na hranicích pozemků. Při úpravách vodních toků byly zničeny břehové porosty, a i když podél upravených toků byly vysázeny nebo spontánně narostly nové porosty, jejich celková délka se napřímením toků zkrátila. Neméně významným faktorem je opouštění obdělávání krajiny a zarůstání pozemků sukcesí cestou (Barr, Gillespie 2000; Kümmerle et al. 2008; Sklenička et al. 2009). Nelesní dřevinná vegetace tak splynula s lesem a zanikla. Trend opouštění obdělávání krajiny Bílých Karpat pokračuje také stárnutím zdejší populace. Celkové množství trvalé zeleně v krajině se však tímto procesem zvýšilo a proto jej nelze hodnotit negativně. Např. ekologická stabilita, vodohospodářská funkce nebo preotierozní ochrana krajiny se mohla zvýšit, rozmanitost a biodiverzita se naopak mohly snížit.

Mírný nárůst plochy rozptýlené zeleně v posledních 25 letech souvisí se zvětšením velikosti „přežívajících“ porostů nelesní dřevinné vegetace a částečně s šířením dřevin na opuštěné pozemky.

Celkový pokles výměry rozptýlené zeleně v krajině odpovídá evropskému trendu, který potvrzují studie z řady zemí. Např. v Anglii a Skotsku došlo v letech 1946-1974 k úbytku 25 % všech liniových prvků (Countryside Council for Wales 1997). V Česku zjistili Sklenička a kol. (2009) v 5 modelových územích v Plzeňském kraji v období 1950-2005 snížení plochy liniových prvků vegetace o 42 % a snížení jejich délky až o 71 %.

Z vývoje krajinné mikrostruktury jednoznačně vyplývá pokles heterogenity území. Pestrá mozaika různých biotopů byla nahrazena rozsáhlými polními monokulturami s minimálním zastoupením dřevinné vegetace. Hlavními hybnými silami, které způsobily její zánik ať už v západní nebo střední a východní Evropě, je intenzifikace zemědělské činnosti na jedné straně a útlum zemědělské činnosti spojený s opouštěním a zarůstáním zemědělské půdy na straně druhé (Ihse 1995; Haines-Young et al. 2003; Kümmerle et al. 2006; Plieninger et al. 2006; Hamre et al. 2007; Sklenička et al. 2009).

PODĚKOVÁNÍ: Příspěvek byl vypracován díky podpoře projektu “Výzkum fyzicko-geografických procesů” (SVV 267-202-1) a PRVOUK (205043301).

LITERATURA

- BARR, C. J., GILLESPIE, M. K. (2000): Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 23–32.
- BAUDRY, J., BUNCE, R. G. H., BUREL, F. (2000): Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 7–22.

- BAUDRY, J., BUREL, F., AVIRON, S., MARTIN, M., OUIN, A., PAIN, G., THENAIL, C. (2003): Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes: do farming activities help? *Landscape Ecology*, 18, pp. 303-314.
- BENČAŤ, T., JANČURA, P. (2008): Význam a funkcia drevín v krajinnom obraze. In: Benčať, T., Jančura, P., Daniš, D. (Eds.): *Vybrané problémy krajiny podhorských a horských oblastí*. Vydavateľstvo Janka Čižmárová – Partner, Poniky, s. 5–8.
- BUKÁČEK, R., MATĚJKA, P. (1999): Hodnocení krajinného rázu. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. ČVUT, Praha, s. 159-187.
- BULÍŘ, P. (1981): Rekonstrukce a zakládání rozptýlené zeleně v zemědělské krajině. In: *Ekologie krajiny. Acta ecologica naturae ac regionis. Sborník výzkumných úkolů pro krajinno-ekologickou praxi*. Min. výstavby a techniky ČSR, Praha, s. 14-24.
- BULÍŘ, P., JECH, D., WEBER, M. (1992): Bilancování systému trvalé zeleně ve velkém územním celku. *Acta Pruhoniciana*, 60, s. 29-52.
- BULÍŘ, P., ŠKORPÍK, M. (1987): Rozptýlená zeleň v krajině. Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích, O. P. Sempra, Praha, 112 s.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1990): Structural Dynamics of a hedgerow network landscape in Brittany, France. *Landscape Ecology*, 4, s. 197-204.
- BUREL, F., BAUDRY, J. (1995): Social, aesthetic and ecological aspects of hedgerows in rural landscapes as a framework for greenways. *Landscape and Urban Planning*, 33, s. 327–340.
- COUNTRYSIDE COUNCIL FO WALES (1997): Action for Wildlife. Biodiversity Action Plan: The Challenge in Wales. Countryside Council for Wales.
- DEMKOVÁ, K. (2011): The Landscape Character of the Crofts Vrbovce and Chvojníčka (Southern Part of White Carpathians in Slovakia). *AUC Geographica*, 46, č. 2, s. 45–53.
- DEMKOVÁ, K., LIPSKÝ, Z. (2012): Rozptýlená zeleň v krajině Novodvorská a Žehušická. *Acta Pruhoniciana*, 101, s. 51–59.
- ERNOULT, A., ALARD, D. (2011): Species richness of hedgerow habitats in changing agricultural landscapes: are α (alfa) and gamma diversity shaped by the same factors? *Landscape Ecology*, 26, pp. 683-696.
- FAŠKO, P., ŠŤASTNÝ, P. (2002): Priemerné ročné úhrny zrážok. In: Miklós, L., Hrnčiarová, T. (Eds.): *Atlas of landscape in the Slovak Republic*. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, s. 99.
- FLEKALOVÁ, M. (2010): Rozptýlená zeleň v hodnocení krajinného rázu. Disertační práce. MENDELU, Agronomická fakulta, Brno, 177 s. + přílohy.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Academia, Praha, 584 s.
- HAINES-YOUNG, R., BARR, C.J., FIRBANK, L.G. et al. (2003): Changing landscapes, habitats and vegetation diversity across Great Britain. *Journal of Environmental Management*, 67, s. 267-281.
- HAMRE, L.N., DOMAAS, S.T., AUSTAD, I., RYDGREN, K. (2007): Land-cover and structural changes in a western Norwegian cultural landscape since 1865, based on an old cadastral map and a field survey. *Landscape Ecology*, 22, s. 1563-1574.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M. (2001): *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha, 307 s.

- IHSE, M. (1995): Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. *Landscape and Urban Planning*, 31, s. 21-37.
- JECH, D., WEBER, M. (1995): Analýza systému trvalé vegetácie v zázemí sídel venkovského typu. *Acta Pruhoniciana*, 62, s. 15-29.
- JONGMAN, R. H. G. (2002): Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*, 58, s. 211–221.
- KUBEŠ, J. (1994): Bohemian agricultural landscape and villages, 1950 and 1990: Land use, land cover and other characteristics. *Ekológia (Bratislava)*, 13, 2, s. 189-198.
- KUČA, P., MÁJSKY, J., KOPEČEK, F., JONGEPIEROVÁ, I. (Eds.) (1992): Chránená krajinná oblasť Biele-Bíle Karpaty. Vydavateľstvo Ekológia, Bratislava, 380 s.
- KÜMMERLE, T., RADELOFF, V.C., PERZANOWSKI, K., HOSTERT, P. (2006): Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique. *Remote Sensing of Environment*, 103, s. 449-464.
- KÜMMERLE, T., HOSTERT, P., RADELOFF, V.C., van derLINDEN, S., PERZANOWSKI, K., KRUHLOV, I. (2008): Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians. *Ecosystems*, 11, s. 614-628.
- LIPSKÝ, Z. (1995): The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 31, s. 39–45.
- LIPSKÝ, Z., KUKLA, P. (2012): Mapping and typology of unused lands in the territory of the town Kutná Hora (Czech Republic). *AUC Geographica*, 47, č. 1, s. 65-71.
- LÖW, J. a kol. (1995): Rukovět projektanta místního územního systému ekologické stability. Teorie a praxe. Doplněk, Brno, 124 s.
- MAGLOCKÝ, Š. (2002): Potenciálna prirodzená vegetácia. In: Miklós, L., Hrnčiarová, T. (Eds.): Atlas of landscape in the Slovak Republic. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, s. 114-115.
- MACHOVEC, J. (1994): Rozptýlená zeleň v krajine. Vysoká škola zemědělská v Brně, ÚKE, Brno, 8 s.
- MAREČEK, J. (2005): Krajinářská architektura venkovských sídel. ČZU, Praha, 404 s.
- McCOLIN, D. (2000): Hedgerow policy and protection – changing paradigms and the conservation ethic. *Journal of Environmental Management*, 60, s. 3–6.
- McCOLIN, D. (2001): Contemporary themes in hedgerow research in the UK. In: Barr, C., Petit, S. (Eds.): Hedgerows of the world: their ecological functions in different landscapes. IALE (UK), s. 17-29.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B.J., HOLMES, C., ENE, E. (2002): Fragstats 3.3.
Available: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html
- MEEUS, J. (1995): Pan-European landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 31, pp. 57-79.
- MEROT, P. (1999): The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in a temperate climate. *Agronomie*, 19, pp. 655-669.
- MÍČHAL, I. a kol. (1999): Hodnocení krajinného rázu a jeho uplatňování ve veřejné správě. Metodické doporučení. AOPK ČR, Praha, 41 s.

- MOLDAN, B. et al. (1990): Environment of the Czech Republic: translation of the "Blue book". Ekocentrum, Brno, 315 s.
- MOLNÁROVÁ, K. (2008): Long-term dynamics of the structural attributes of hedgerow networks in the Czech Republic – three cases studies in areas with preserved medieval field patterns. *Journal of Landscape Studies*, 1, s. 113–127.
- ORES ZCZYN, S. (2000): A systems approach to the research of people's relationships with English hedgerows. *Landscape and Urban Planning*, 50, s. 107-117.
- ORES ZCZYN, S., LANE, A. (1999): How hedgerows and field margins are perceived by different interest groups. *Aspects of Applied Biology*, 54, s. 29-36.
- PAVLIČKOVÁ, K. (2007): Analýza rozvoja Myjavských kopaníc na základe vývoja využitia zeme. *Acta Environmentalica Universitatis Comenianae (Bratislava)*, Vol. 15, 2, s. 83–93.
- PELLANTOVÁ, J. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. MŽP, Praha, 46 s.
- PLIENINGER, T., HÖCHTL, F., SPEK, T. (2006): Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes. *Environmental Science & Policy*, 9, s. 317-321.
- PLIENINGER, T., SCHLEYER, CH., MANTEL, M., HOSTERT, P. (2012): Is there a forest transition outside forests? Trajectories of farm trees and effects on ecosystem services in an agricultural landscape in Eastern Germany. *Land Use Policy*, 29, s. 233-243.
- SHAPIRO, S.S, WILK, M.B. (1965): An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, s. 591-611.
- PRUDKÝ, J. (2001): Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. MZLU, Brno, s. 3-14.
- REMPEL, R.S., D. KAUKINEN., AND A.P. CARR. (2012): Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario. Available: <http://www.cnfer.on.ca/SEP/patchanalyst/>
- RIEZNER, J. (2008): „Záhumenicová semibocage“: typ krajinného rázu Jesenicka. *Geografie*, 113, 2, s. 173-182.
- RUŽIČKOVÁ, H., HALADA, L., JEDLIČKA, L., KALIVODOVÁ, E. (1996): Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, 192 s.
- ŘEPKA, R., KAILER, P. a kol. (1994): Metodika mapování fytocenóz významných z hlediska ochrany přírody a krajiny. ČÚOP – Oddělení ekologie krajiny, Praha, 84 s.
- SANCHEZ, I.A., LASSALET TA, L., MCCOLLIN, D. AND BUNCE, R.G.H. (2010): The effect of hedgerow loss on microclimate in the Mediterranean region: an investigation in Central Spain. *Agroforestry Systems*, 78, 1, s. 13-25.
- SKLENIČKA, P. (2003): Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 120 s.
- SKLENIČKA, P., LHOTA, T. (2002): Landscape heterogeneity – a quantitative criterion for landscape reconstruction. *Landscape and Urban Planning*, 58, s. 147-156.
- SKLENIČKA, P., MOLNÁROVÁ, K., BRABEC, E., KUMBLE, P., PIT TNEROVÁ, B., PIXOVÁ, K., ŠÁLEK, M. (2009): Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, s. 465-473.

- SLÁVIKOVÁ, D. (1984): Význam lesa a rozptýlenej zelene pre tvorbu krajiny. Vedecké a pedagogické aktuality 3. Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen, 91 s.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1987): Ochrana rozptýlenej zelene v krajine. Metodicko-námetová príručka č. 9. ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava, 130 s.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. (Eds.) (2002): Katalóg biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 s.
- StatSoft, Inc. (2009): STATISTICA, version 9.0.
- SUPUKA, J., SCHLAMPOVÁ, T., JANČURA, P. (1999): Krajinárska tvorba. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 211 s.
- ŠPULEROVÁ, J. (2006): Funkcie nelesnej drevinovej vegetácie v krajine. Životné prostredie, 40, č. 1, s. 37–40.
- ŠŤASTNÝ, P., NIEPLOVÁ, E., MELO, M. (2002): Priemerná ročná teplota vzduchu. In: Miklós, L., Hrnčiarová, T. (Eds.): Atlas of landscape in the Slovak Republic. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, s. 98.
- TRNKA, P. (2001): Ekologické aspekty plošné a bodové zeleně v krajině. In: Obnova plošné a bodové zeleně v krajině. MZLU, Brno, s. 99–106.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. (2009): Dřeviny České republiky. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými Lesy, 368 s.
- VONDRUŠKOVÁ, H. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. ČÚOP, MŽP, Praha, 55 s.
- VOREL, I. (1999): Prostorové vztahy a estetické hodnoty. In: Vorel, I., Sklenička, P. (Eds.): Péče o krajinný ráz – cíle a metody. ČVUT, Praha, s. 20–27.

SUMMARY

Changes in non-forest woody vegetation in the south-western part of the White Carpathians (1949–2011)

The non-forest woody vegetation is an important part of the landscape structure and a determining feature of the landscape character. It provides many important ecosystem services. It serves as wildlife habitats, corridors and refuges for plant and animal species and as an important source of natural regeneration of many woods (protection of biodiversity). It protects soil against erosion and pollution and has microclimatic and hydrologic function (water balance). Moreover, it serves also as boundary markers and fruit source. From the aesthetic point of view, non-forest woody vegetation results in more varied landscape structure, which has a positive visual impact.

Non-forest woody vegetation, as a common feature of rural European landscapes, has been investigated from many aspects so far. Historical changes in the distribution or more precisely loss of non-forest woody vegetation after the 2nd World War in many European countries were one of the most discussed aspects. Following this research, the present study investigates quality of current non-forest woody vegetation in the southern part of the White Carpathian Mts. (western Slovakia), its relation to natural conditions and changes in the quantity and spatial distribution during the last 60 years.

Non-forest woody vegetation was interpreted from historical aerial photographs from 1949, 1986 and 2006. After that, it was divided into three categories according to shape (point, linear and patch elements) defined by size parameters. Present state of the vegetation (qualitative characteristics)

was mapped in the field during growing season 2011. Using statistical methods according to character of data (Pearson's correlation coefficient, analysis of variance and correspondence analysis), relations between qualitative characteristics of non-forest woody vegetation and environmental conditions were investigated. The study of landscape changes is based on a comparison of landscape metrics such as patch area, number of patches, mean patch size, total edge or Shannon diversity index.

Results confirm dependence of qualitative characteristics of non-forest woody vegetation on natural conditions such as elevation, slope, partially on soil type. Concerning landscape structure changes, the quantity as well as the distribution of elements of non-forest woody vegetation changed during the last 60 years in an important way. The number of patches decreased rapidly in all three categories: point elements by approximately 85 %, linear and patch elements by 50 %. On the other hand, total area of non-forest woody vegetation decreased only in the first observed period (1949-1986). Increase in the area in the second period (1986-2011) was caused mostly by enlargement of preserved linear elements. All landscape metrics confirm a significant decrease in landscape heterogeneity.

Loss of non-forest woody vegetation was caused by several factors. Intensification of agriculture accompanied by land consolidation resulted in removal of vegetation on plot boundaries or balks. In addition, modification and straightening of water courses has the same effect on riparian vegetation. Another important factor influencing non-forest woody vegetation is extensification of agricultural use and land abandonment, caused by socio-economic factors and aging local population especially in recent years. It results in partial overgrowing of abandoned agricultural lands by forest vegetation and transition of some structures of non-forest woody vegetation into forest.

7.4. CLASSIFICATION OF THE NON-FOREST WOODY VEGETATION AND ITS RELATION TO HABITAT CONDITIONS: CASE STUDY FROM WHITE CARPATHIANS (WESTERN SLOVAKIA)

ABSTRACT: Non-forest woody vegetation (scattered greenery) is currently a common feature of the rural European landscape and provides important ecosystem services. This study presents the statistically based classification of non-forest woody vegetation at the local level according to its structural characteristics mapped in the field. Using hierarchical agglomerative cluster analysis, four groups (clusters) of non-forest woody vegetation were detected. Relation of groups of non-forest woody vegetation to altitude, slope gradient and distance from settlements was found, although differences in these factors between groups are small. Moreover, differences in spatial structure in terms of landscape ecology among groups of non-forest woody vegetation were examined and considerable differences among groups were recognized when comparing basic landscape metrics. Presented classification covers unique local or sub-regional groups of non-forest woody vegetation, but it is not sufficient for the national level. For this purpose, it is advised that additional data be collected and official evidence of existing non-forest woody vegetation be generated.

KEY WORDS: non-forest woody vegetation, classification, cluster analysis, habitat factors, landscape metrics, White Carpathian Mts.

INTRODUCTION

In recent years, landscape research has been focused on land use or land cover changes, landscape changes in relation to natural conditions (Olah and Boltižiar 2009, Lipský *et al.* 2011) and landscape classification (Bunce *et al.* 1996, Múcher *et al.* 2003, Van Eetvelde and Antrop 2009, Chuman and Romportl 2010).

This study concerns with *non-forest woody vegetation* (NFWV) or, in other words, scattered greenery, which consists of stable woody vegetation, including the herbal floor and is not a forest, agricultural crop or a part of vegetation of settlements or any other built-up areas in landscape (*sensu* Bulíř and Škorpík 1987). Natural elements growing spontaneously, as well as vegetation planted by humans, are included. Areas of trees and/or shrubs smaller than 0.3 ha, linear vegetation, solitaires and groups of trees/shrubs are considered to be NFWV, e.g., groves, alleys, linear vegetation accompanying water streams, roads and railways, vegetation on abandoned areas or places not suitable for agricultural use. NFWV is a common feature of rural (agricultural) landscapes, which comprises approximately 44% of the European Union (without Bulgaria, Cyprus, Malta and Romania) (according to Eurostat 2009).

NFWV is considered to be an important part of a landscape, especially ecologically as wildlife habitats, corridors and refuges (McCollin *et al.* 2000, Dover and Sparks 2000); for erosion control (Sláviková 1987, Baudry *et al.* 2000) and groundwater pollution control (Ryszkowski and Kędziora 2007); for its microclimatic function (Sláviková 1987); as boundary markers (Mojšes and Petrovič 2013) or as a fruit resource. From a landscape-ecological point of view, NFWV has a positive influence on the visual aspects of a landscape structure. In addition, NFWV is also one of the determining features in the process of landscape character assessment (Vorel 2007, Flekalová 2010).

Especially in western European countries, hedges or hedgerows, considered as linear elements of NFWV, traditionally receive more attention. Hedges and hedgerows have been studied from different points of view, such as species diversity (McCollin *et al.* 2000, Ernoult and Alard 2011), historical development of structural characteristics (Burel and Baudry 1990, Barr and Gillespie 2000,

Baudry *et al.* 2003), function and management (Baudry *et al.* 2000, Barr *et al.* 2005), as well as classification of hedgerows (French and Cummins 2001) or perception by the public (Oreszczyn and Lane 1999, Oreszczyn 2000).

In the Czech Republic and Slovakia, NFWV in general is not as frequently examined as, for example, the above-mentioned hedgerows in Great Britain. Initial Czech and Slovak studies were concerned with the functions of NFWV and evaluation of its importance from the methodological point of view, as well as with methods of design and planting of NFWV (Bulř and Škorpík 1987, Sláviková 1987). More recently, the first long-term structural change evaluation studies of NFWV were performed (*e.g.*, Molnárová 2008, Válková 2008, Skaloš and Engstová 2010, Demková and Lipský 2013). The unpublished study of Flekalová (2010) proposes an assessment method for NFWV as a part of the process of landscape character assessment. However, detailed classification of NFWV based on field data has not been performed in the former Czechoslovakia to date.

The purpose and the aim of this study are (1) to propose the classification of NFWV at the local level according to its structural characteristics mapped in the field; (2) to investigate relationship of each category (group) of NFWV in the study area to habitat conditions and (3) to describe spatial structure of the groups in terms of landscape ecology.

STUDY AREA

The study area is situated in the southern part of the White Carpathian Mts. in western Slovakia (48°47'N, 17°28'E) and comprises the Vrbovce village cadastre (total area of 51.5 km²). The cadastre is located within upland terrain, with the highest peak, Žalostiná (616 m a.s.l.), and is divided by the valley of the upper stream of the Teplica brook, which flows in a SW-NE direction. The White Carpathian Mts. consist mostly of flysch rocks with prevailing sandstones and sporadic claystones. Typical geomorphological features of the flysch belt here are rounded forms, wide ridges, gentle slopes and open valleys (Kuča *et al.* 1992). The mean air temperatures in the study area in January and July are –3°C and 17°C, respectively, and the mean annual precipitation ranges between 700–800 mm (Miklós and Hrnčiarová 2002).

Cambisols (soil nomenclature according to the IUSS Working Group WRB 2006) are the most frequent soil type in the study area (71%) followed by regosols (11%) and rendzic leptosols (7%). The alluvial plains of the main water streams are covered by mollic fluvisols (3%).

In terms of potential natural vegetation, Carpathian oak-hornbeam forests cover the majority of the study area except of the valley of Teplica brook, which is accompanied by submontane and montane alder floodplain forests. Submontane beech and fir-beech forests are situated in the highest parts of the study area (Miklós and Hrnčiarová 2002). Natural vegetation cover has been influenced by human activities in the past centuries. Forests were transformed to fields, meadows and pastures with NFWV as their essential part. Blossom meadows are typical non-forest vegetation in the White Carpathians (Jongepierová *et al.* 2008). The most remarkable is the orchid family, which has expanded both because of natural preconditions but moreover also because of extensive farming in meadows and pastures.

Arable land covers almost 38% of the study area, meadows and pastures 20% and forest 23% (CORINE Land Cover data 2006). More than 15% of the study area is covered by land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation. Urban areas cover approx. 2% of the study area. Although intensification of agriculture has affected this part of the country as well, the share of arable land has still been decreasing to the benefit of permanent grasslands.

A typical feature for the White Carpathian Mts. is a dispersed type of settlement, known as “crofts”, which were formed as a consequence of the lack of land suitable for agriculture in this part of the country. Currently, the original residents are dying off and being replaced by a new population that uses the houses only for recreation purposes. This is causing changes of land use and, as a consequence, changes in the landscape character as well. Houses (with features of popular architecture typical for the region) and sporadically built farm buildings are characteristic for the dispersed settlement. Solitary barns built from specific materials became the landscape dominant in this region. Only a few of them have been preserved. As a consequence of high social and cultural diversity (the variety of folklore speech as well as the typical type of settlement), the White Carpathians Protected Landscape Area was designated in 1979. However, the protected area covers only 24.5% of the study area.

MATERIALS AND METHODS

The data about the NFWV were collected during field mapping in 2010 and 2011 growing seasons according to the methodology used by Demková and Lipský (2012), which follows older works dealing with mapping of woody vegetation (Sláviková 1987, Kolařík *et al.* 2003, Flekalová 2010). Chosen mapping methodology presents a compromise between time-consuming collection of detailed field data and necessity of evidence for practical use and determination of management to secure ecological stability and local identity of landscape.

Presented study addresses 1809 mapped units of the NFWV. To each individual unit of the NFWV, five structural characteristics (area, formation, origin of woody species, crown cover, spreading) representing input variables for cluster analysis and five characteristics describing its habitat conditions (altitude, slope, distance from settlement, locality, soil type) were assigned (Table 1). Area was set down as a projection of the tree or the shrub crown on orthorectified images and derived using ArcMap 10.0 (ESRI Inc., 2010). Data about altitude, slope and distance from settlement were derived from DEM using ArcMap 10.0 (ESRI Inc., 2010). Distance from settlement was measured as Euclidean distance of a unit of the NFWV from the closest settlement. Soil types are described according to IUSS Working Group WRB (2006) nomenclature and were derived from the Soil map 1:5,000 (Soil Science and Conservation Research Institute, Slovak Republic).

Groups of similar units of the NFWV were identified by hierarchical agglomerative cluster analysis (*sensu* Kaufman and Rousseeuw 2005), which identifies relatively homogeneous groups of cases based on selected characteristics (variables) and requires quantification of similarity between two cases (see below).

The classification of the NFWV within the study area was based on five mapped structural characteristics (input variables, Table 1). Since four mapped characteristics (formation, origin of woody species, crown cover and spreading) have categorical nature, they were recoded into set of dummy variables (*sensu* Lepš and Šmilauer 2003). The reason for such a transformation is that there are more precise and robust measures of proximity of two objects in the case of mixed data (binary and continuous) compared to nominal data with multiple categories (for more details see *e.g.*, Darlington 2005). Similarity between two individual units of the NFWV was assessed by Gower's General Similarity Coefficient (*sensu* Gower and Legendre 1986) which is the most appropriate proximity measure for mixed data types (Everitt *et al.* 2011). Subsequently, separate clusters were detected by Ward's linkage method (*sensu* Ward 1963) where the proximity between two clusters is defined as the increase in the squared error that results when two clusters are merged. In order to prevent the subjectivity of the authors, optimal number of clusters was detected using the highest value of the Calinski and Harabasz pseudo-F statistics (*sensu* Calinski and Harabasz 1974) in combination

with the smallest value of the Duda and Hart pseudo- t^2 statistic (*sensu* Duda and Hart 1973) (for more details see Dimitriadou *et al.* 2002).

Where mentioned, significant differences (at P -value = 0.05) in a quantitative variable between two individual groups (clusters) were detected by the use of one-way ANOVA analysis. All statistical analyses were performed using STATISTICA (StatSoft, Inc. 2009) and SPSS (IBM Corp. 2012) software.

Table 1 Arithmetical means of continuous variables and proportional representation of individual categories of categorical variables in separate groups; proportional apportioning of units of the non-forest woody vegetation pertaining to individual category of a variable among groups (*italics font*) (in %)

Variable	Category	Proportion of categories of the variable (in %)			
		Group A	Group B	Group C	Group D
		(417 units)	(654 units)	(418 units)	(320 units)
Mapped characteristic of the NFWV					
Mean area (m ²)	—	1262	1002	297	114
Formation	Shrub	0	1	71	0
		0	2	98	0
	Tree	0	2	0	100
		0	5	0	95
	Mixed	100	97	29	0
		36	54	10	0
Origin of woody species	Indigenous (native)	100	97	100	100
		23	36	23	18
	Mixed*	0	3	0	0
		0	95	5	0
Crown cover	Continuous	100	56	29	51
		39	34	12	15
	Gapped (interrupted)	0	43	23	17
		0	66	22	12
	No crown cover (solitaires)	0	1	48	32
		0	1	65	34
Spreading	Spontaneous	100	24	22	100
		43	16	9	32
	Planted	0	0	78	0
		0	1	99	0
	Combination	0	76	0	0
		0	100	0	0
Habitat conditions					
Altitude (m asl)	—	415	407	407	424
Slope (°)	—	11	10	9	10
Distance from settlement (m)	—	303	250	230	261
Locality	Communications	12	23	24	18

	(roads, railways)	14	42	28	16
	Wet sites, springs	3	0	0	4
		48	10	4	38
	Water streams and water areas	10	10	2	3
		32	52	7	9
	Gorges, erosive depressions	17	5	5	8
		47	22	13	18
	Balks made of stone	1	3	0	0
		18	77	0	5
	Balks without stone material	44	32	24	32
		31	35	17	17
	Unused areas, fallow	6	2	2	7
		36	18	13	33
	Plot boundaries	5	21	36	13
		6	40	42	12
	Technical constructions	1	0	1	12
		10	6	12	72
	Combination**	1	4	6	3
		9	38	37	16
Soil type	Fluvisols	0	1	2	0
		7	33	53	7
	Mollic fluvisols	6	11	6	3
		19	55	18	8
	Cambisols	75	71	78	76
		23	35	24	18
	Rendzic leptosols	7	7	5	8
		25	37	17	21
	Regosols	12	10	9	13
		25	34	19	22

* Mixed (with presence of allochthonous spontaneous and grown trees)

** Combination (if it is not clear which habitat is determining)

Table 2 Landscape metrics used for comparing groups of non-forest woody vegetation (*sensu* Gustafson and Parker (1994) and McGarigal *et al.* (2002))

Landscape metric	Abbreviation	Explanation
Proportion of class	PROP	The proportion of the class (%)
Number of units	NU	The total number of units in the class
Mean unit area	MUA	The average area of all units in the class (m ²)
Total edge	TE	The total length of all edge segments in the class (m)
Mean shape index	MSI	Measure of the average patch shape for the class
Mean proximity index	MPI	Measure of patch isolation and fragmentation within the specified neighbourhood of a focal patch
Mean nearest neighbour	MNN	The average of distances from a patch to the nearest neighbouring patch of the same class (based on edge-to-edge distance) for each class

In order to find differences in spatial structure and inner interactions of individual NFWV units between groups resulting from cluster analysis, basic landscape metrics (Table 2) were counted using the ArcGIS extensions Patch Analyst 5.1 (Rempel *et al.* 2012) and V-LATE 2.0 beta (Lang and Tiede 2003). Landscape structure affects ecological processes independently or interactively (McGarigal *et al.* 2002).

RESULTS

Classification of the NFWV

Units of the NFWV are according to the values of pseudo-F statistics *sensu* Calinski and Harabasz (1974) (value of 668) and pseudo- t^2 statistic (*sensu* Duda and Hart 1974) (value of 301) classified into four clusters. The geographical distribution of individual units of the NFWV within the study area, classified into four groups (A, B, C, D), is shown in Fig. 1.

Group A (417 units) with the largest average area of a single unit is the most homogeneous group in sense of its structural characteristics. It includes only the units of mixed formation (trees and shrubs) with continuous crown cover, exclusively autochthonous species and spontaneous spreading (Table 1).

Group B (654 units) forms the largest detected group in terms of total number of units and is characterised by predominantly mixed formations of vegetation (trees and shrubs) and by continuous and also interrupted crown cover. Units with mixed origin of woody species form 3% of the group (95% of all mixed origin units in the study area), which is specific for this group. The spreading of vegetation is mostly mixed, i.e. planted and spontaneous as well (Table 1).

Group C (418 units) comprises mostly indigenous planted units with high proportion of tree formation (98% of all tree units). Almost half of the units in the group are solitaires (i.e. no crown cover), which accounts for 65% of all solitaires in the study area. On the other hand, about 30% of the units in the group have continuous crown cover (Table 1).

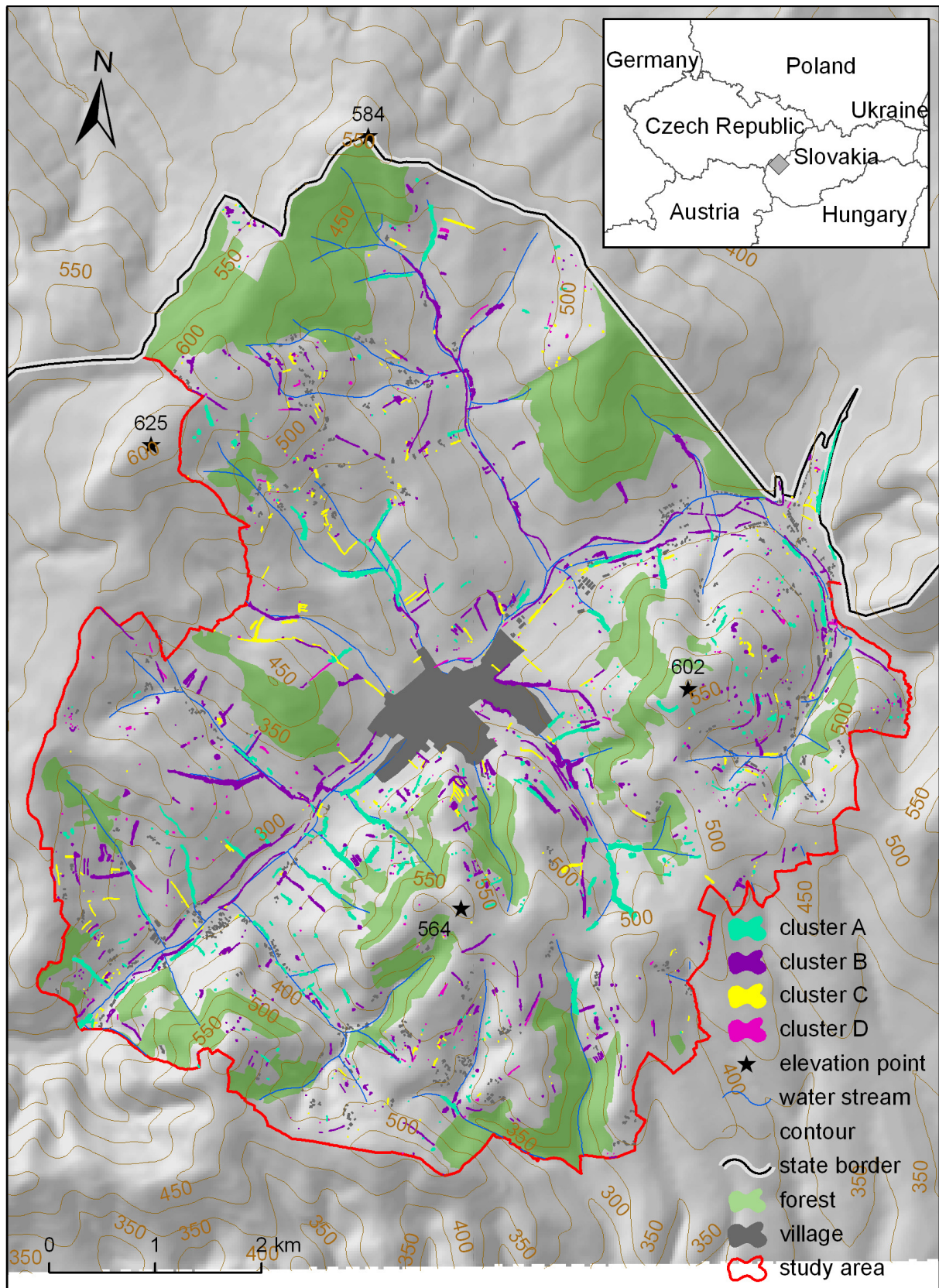
Group D (320 units) is the least numerous group with the smallest average area of a unit. It includes exclusively indigenous shrub units with spontaneous spreading. Half of them have continuous crown cover and one third consist of solitaires, without any crown cover (Table 1).

Relationship between the NFWV groups and habitat conditions

The mean altitude of the units within the groups varies in ~20 m and the values of the mean slope gradient range between 9 and 11° (Table 1). Such a small differences in these environmental variables cannot affect the nature of the NFWV and therefore, influence of these factors has probably no reflection in the classification of units of the NFWV. In terms of mean distance from settlements, group A has the highest mean distance from settlements which differs significantly from all other groups. On the other hand, the lowest distance was detected for group C, but this difference is not significant.

From the aspect of relation to locality, group A is situated mostly on balks, in erosive depressions, along the roads and water streams (Table 1). Units of group B and C grow especially on balks, plot boundaries and along roads. Moreover, units of group B also grow along water streams. In group D, units on balks, plot boundaries, along roads and near technical constructions have the highest proportion. Two-thirds of all units on stone balks belong to group B. Wet sites and unused places, fallows have the highest proportion in group A and D.

Fig. 1 Spatial structure of groups of non-forest woody vegetation in the study area (White Carpathians (Western Slovakia))



In terms of soil types in the study area, cambisols dominate in each group (Table 1). Group B, the most numerous group, has the highest proportional representation in all soil types apart from fluvisols in which group C dominates.

Spatial structure of the NFWV groups

NFWV groups differ from each other in their spatial structure expressed by landscape metrics (Table 3). Values of the mean unit area and number of units are shown in Table 1. The most numerous group B has the highest proportion in landscape. The highest value of mean shape index indicating a predominantly noncircular (mostly linear) shape of units in the group B corresponds with the highest value of total edge and high mean unit area. In addition, group B has the highest proximity among all groups (MPI, MNN). On the other hand, group D with the smallest mean unit area and the smallest total edge indicate compact circular shapes of NFWV units (small value of MSI). Moreover, the smallest proportion of group D together with the lowest values of number of units, mean unit area and the highest mean nearest neighbour point to the highest degree of isolation (MPI) among all groups. Groups A and C have the same number of units but differ in proportion, mean unit area as well as in mean proximity index. Whereas group A has the largest mean unit area among all groups, units of group C are four times smaller (in mean unit area as well as in PROP). This difference is reflected also in degree of isolation (MPI) (see Table 3).

Table 3 Spatial structure of the groups of non-forest woody vegetation in terms of landscape metrics

Group	Proportion of class (%)	Total edge (m)	Mean shape index	Mean proximity index	Mean nearest neighbour
A	39.2	66,672	1.4	132.6	88.5
B	48.8	132,372	1.8	185.6	55.0
C	9.2	35,408	1.4	16.8	80.4
D	2.8	14,463	1.2	0.6	131.6

DISCUSSION

The units of group A grow far from settlements on the steepest slopes (the highest mean distance from settlements and slope among all groups), which is reflected in its mixed formation, spontaneous spreading and continuous crown cover. Although units of all groups are situated mostly on the balks or along roads, group A also includes a relatively high proportion of units located in erosive depressions, on wet sites and along water streams (Table 1), which indicates ability of spontaneous spreading and against-erosion function.

Group B can be described as predominantly mixed (trees and shrubs), with spontaneous as well as mixed spreading which reflect its location on the balks (and stone balks as well) and along roads. Presence of also non-indigenous species can correspond with the occurrence along roads, water streams and relative closeness to settlements. Units in this group have the highest share of NFWV along water streams which is reflected also in the highest proportion of group B on mollic fluvisols (Fig. 1).

In contrast, units in the group C are predominantly trees of native species, planted with no crown cover (solitaires) or with continuous cover. The character of the group corresponds with location on plot boundaries and along roads in the lowest mean altitudes and shortest mean distances from settlements. A relatively high share of units of the group located on fluvisols implies a relationship of the group with water streams (Fig. 1).

Group D includes units with wholly shrub formation, native species and spontaneous spreading. This relates to location in the highest mean altitudes and high mean distance from settlements predominantly on barks and along roads. Units have either continuous crown cover or no crown cover. Solitaires indicate the smallest mean area. High share of NFWV growing on wet sites, fallows and especially near technical constructions belongs to this group (Table 1).

In regard to relation of the NFWV groups to habitat factors, small difference in the mean altitude and mean slope gradient between groups cannot considerably affect the nature of group habitat conditions and, in consequence, the nature of the NFWV of a particular group. Dependence of hedgerows on slope gradient and soil fertility was examined by Sklenička *et al.* 2009 in connection with the loss of hedgerows. While slope gradient was found not to have significant effect, soil fertility was found to be a significant predictor of hedgerow loss. On the contrary, according to our findings differences between NFWV groups are not reflected in soil fertility.

Additionally, we performed General Discriminant Analysis which demonstrated that there is 44% conformity between the classification of the NFWV according to mapped characteristics and the classification based on habitat conditions. This means that there are some different factors (except of these listed in Table 1) influencing the nature of the NFWV and subsequently its classification into groups. On the other hand, it may be useful to define or examine new NFWV biological and structural characteristics that can describe its nature in relation to habitat factors more cogently.

In terms of landscape structure, differences in structural characteristics among groups of NFWV reflect their spatial structure in landscape. Units of groups with wider range of structural characteristics (mixed formation, mixed spreading) indicate lower degree of isolation, while specific characteristics such as exclusively tree formation (group C) or exclusively shrub formation (group D) imply higher degree of isolation. However, this is not reflected in habitat conditions. Units of group D with the lowest values of proximity are situated in the highest mean altitude, they have high mean distance from settlements and are located on special sites, e.g. technical constructions or unused areas. On the other hand, group C, with the lowest values of mean altitude, mean slope and mean distance from settlements, indicates also higher degree of isolation.

Within the presented study statistically based classification of NFWV according to structural data collected in the field at local level was performed. However, because of the lack of studies dealing with NFWV classifications, not only in the former Czechoslovakia, but in general, the results of this study cannot be directly compared with any other classifications.

Skaloš and Engstová (2010) proposed a simple classification system of non-forest woody elements (units) to obtain information about the long-term structural changes of NFWV at the local level. They distinguish three categories (non-forest woods inside the village, scattered vegetation in open landscape and scattered vegetation along roads), which were recognised and digitised only visually on the basis of aerial photographs. In comparison, the presented paper focuses on NFWV in the open landscape only, and therefore, it does not involve vegetation in the municipalities. Plieninger *et al.* (2012) distinguish eight classes of farm trees and woodlands according to patch typology, geometry and prevailing woody plants (alleys and tree rows, hedgerows, isolated trees, riparian woodlands, scattered fruit trees, shrublands, tree groups, woodlots). Their definition of farm trees and woodlands is identical to our definition of NFWV. As in previous study, the main objective was to demonstrate long-term changes.

French and Cummins (2001) published a statistically based classification of British hedgerows at the national level. In their study, they classified the hedges by using data of the percentage cover of woody species and the presence/absence of hedge-bottom herbaceous species. In comparison, species

composition constituting the NFWV in our study area is very similar and therefore, our classification could not be based on data about presence/absence of certain species in individual units of the NFWV. The most frequent tree species are oak (*Quercus petraea*), hornbeam (*Carpinus betulus*), maple (*Acer pseudoplatanus* and *A. campestre*), beech (*Fagus sylvatica*), ash (*Fraxinus excelsior*), linden (*Tilia*), on wet habitats together with willow (*Salix*). Concerning the fruit trees, there are plum (*Prunus domestica*), cherry (*Cerasus avium*), pear (*Pyrus communis*), apple (*Malus domestica*) and from shrubs hawthorn (*Crataegus* spp.), rose (*Rosa canina*), prune (*Prunus spinosa*), elderberry (*Sambucus nigra*), dogwood (*Swida sanguinea*), privet (*Ligustrum vulgare*), hazel (*Corylus avellana*), blackberry (*Rubus* spp.). We address 1809 units of NFWV, while French and Cummins (2001) recorded species composition in 1213 sample plots over the entirety of the United Kingdom. Using two-way indicator species analyses, 11 hedge (woody species) and 4 hedge-bottom (herbaceous species) classes were distinguished. Subsequently, the authors used a variety of sources to infer common habitat conditions or community affinities within each cluster of species. This is similar to our attempt to find relation of NFWV with habitat factors. The main use of the hedgerow clusters is in estimating richness or diversity of habitats in hedgerows for the purpose of conservation or rural policy assessment. Although this classification provides a useful division of the more common hedge types at the national level, the authors note that there will be combinations of species (especially scarce or rare ones) not covered by the sample that will not fit any of clusters. In contrast, our classification covers unique local or sub-regional groups of NFWV, but it is not applicable at the national level because there are other different types of NFWV that do not occur in our study area. As Baudry and Bunce (2001) concluded, a single classification would not be appropriate. Rather, different classifications are required to satisfy contrasting objectives from the local to regional and national levels. Some classifications are already available and can be used in appropriate situations. Otherwise, new typologies may need to be developed.

In general, there are only few studies concerned with the research of existing NFWV in the Slovak and Czech Republic. Most of them are focused on the topic of design and planting of new woody vegetation (e.g., Bulř and Škorpík 1987, Sláviková 1987, Kolařík *et al.* 2003, Čížková *et al.* 2008). Furthermore, there is no official evidence of either structural or biological characteristics of NFWV at any level of state administration, except for a few reports from case studies. This lack of information is preventing from better understanding the nature of NFWV, its temporal development and the processes influencing the spreading of NFWV in the landscape.

During the field survey, special forms of NFWV were identified, relating to such land structures as balks (especially those made of stones) or demarcated plot boundaries. Such landscape features are referred to as historical landscape structures (Špulerová *et al.* 2011, Mojses and Petrovič 2013). They should be protected as historic artifacts of human activity which document not only the previous agricultural/land use but they also refer to natural and socio-economic conditions of the past. Moreover, overgrowth of current NFWV units was recorded that corresponds with the present trend of land abandonment. Landscape overgrowth by pioneer, expansive and invasive species is endangering meadows, pastures and NFWV growing on them, which is considered as a negative process from a landscape-ecological point of view. This trend is common not only in our study area but in other hilly and mountainous parts of Middle and Eastern Europe (Müller and Monroe 2008, Vidican 2009, Baumann *et al.* 2011, Lieskovský *et al.* 2013). Although overgrowth and transformation into forest is not considered to be negative from an ecological point of view, the landscape structure as well as landscape character of the region has been apparently changing. In addition, the historical value of landscape has been vanishing with the loss of historical landscape structures. Therefore, general management principles should be set down in order to preserve NFWV, which is valuable for

landscape diversity. Also Baudry *et al.* (2000) emphasized, different management objectives must be set for each landscape to conserve regional diversity.

CONCLUSIONS

The present study proposes a unique, statistically-based classification of NFWV at the local level according to its qualitative characteristics mapped in the field. On the basis of hierarchical cluster analysis, four groups of NFWV were described, and the relationships of each group to the habitat conditions were examined. Relation of the NFWV groups to altitude, slope gradient and distance from settlements was found, although between-group differences in these factors are small and insignificant. On the other hand, structural characteristics of NFWV groups are reflected in different spatial structure in terms of landscape metrics. Additional data collection is necessary to determine more classifications at the regional and national level and to generate official evidence of existing NFWV, which can serve as a base for conservation of local identity of landscape or according to which some basic management principles of contemporary landscape can be proposed.

ACKNOWLEDGEMENTS: This study was funded by the project “Research of physical-geographical processes” (SVV 267-202-1) and by the project GA UK “Influence of landscape management on landscape structure” (253378).

REFERENCES

- Barr C.J., Gillespie M.K. 2000 – Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data – *J. Environ. Manage.* 60: 23–32.
- Barr C.J., Britt C.P., Sparks T.H., Churchward J.M. 2005 – Hedgerow management and wildlife: A review of research on the effects of hedgerow management and adjacent land use on biodiversity – 146 pp.
- Baudry J., Bunce R.G.H. 2001 – An overview of the landscape ecology of hedgerows (In: Hedgerows of the world: their ecological functions in different landscapes. Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Association for Landscape Ecology, 5th–8th September 2001, Eds: C. Barr, S. Petit) – Birmingham University, pp. 3–16.
- Baudry J., Bunce R.G.H., Burel F. 2000 – Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management – *J. Environ. Manage.* 60: 7–22.
- Baudry J., Burel F., Aviron S., Martin M., Ouin A., Pain G., Thenail C. 2003 – Temporal variability of connectivity in agricultural landscapes: do farming activities help? – *Landscape Ecology*, 18: 303–314.
- Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V.C., Keuler N.S., Prishchepov A.V., Kruhlov I., Hostert, P. 2011 – Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine – *Land Use Policy*, 28: 552–562.
- Bunce R.G.H., Barr C.J., Clarke R.T., Howard D.C., Lane A.M.J. 1996 – Land Classification for Strategic Ecological Survey – *J. Environ. Manage.* 47: 37–60.
- Burel F., Baudry J. 1990 – Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France – *Landscape Ecology*, 4: 197–210.
- Bulř P., Škorpík M. 1987 – Rozptýlená zeleň v krajině [Non-forest woody vegetation in landscape] – O. P. Sempra, Praha, 112 pp. (in Czech).

- Calinski R.B., Harabasz J. 1974 – A dendrite method for cluster analysis – *Communications in Statistics*, 3: 1–27.
- Chuman T., Romportl D. 2010 – Multivariate classification analysis of cultural landscapes: An example from the Czech Republic – *Lands. Urban Planning*, 98: 200–209.
- CORINE Land Cover 2006. Slovak Environmental Agency, Slovak Republic, 1:50,000.
- Clare T., Bunce R.G.H. 2006 – The potential for using trees to help define historic landscape zones: A case study in the English Lake District – *Lands. Urban Planning*, 74: 34–46.
- Čížková S., Šarapatka B., Kulišťáková L. 2008 – Nelesní dřevinná vegetace. Návrhy, výsadba a údržba [Non-forest woody vegetation. Projects, planting and maintenance] – Bioinstitut, Olomouc, 40 pp.
- Darlington G.A. 2005 – Dummy variables (In: *Encyclopedia of Biostatistics*, vol. 8. 2nd Edition, Eds: P. Armitage, T. Colton) – John Wiley & Sons, Ltd., New York, 1697–1698 pp.
- Demková K., Lipský Z. 2012 – Rozptýlená zeleň v krajině Novodvorská a Žehušická [Non-forest woody vegetation in landscape of the Novodvorská and Žehušická Region] – *Acta Pruhoniceana*, 101: 51–59 (in Czech).
- Demková K., Lipský Z. 2013 – Changes in the extent of non-forest woody vegetation in the Novodvorská and Žehušická Region (Central Bohemia, Czech Republic) – *AUC Geographica*, 48: 5–13.
- Dimitriadou E., Dolnicar S., Weingessel A. 2002 – An examination of indexes for determining the number of clusters in binary data sets – *Psychometrika*, 67: 137–159.
- Dover J., Sparks T. 2000 – A review of the ecology of butterflies in British hedgerows – *J. Environ. Manage.* 60: 51–63.
- Duda R. O., Hart P. E. 1974 – *Pattern Classification and Scene Analysis* – John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Ernault A., Alard D. 2011 – Species richness of hedgerow habitats in changing agricultural landscapes: are alpha and gamma diversity shaped by the same factors? – *Landscape Ecology*, 26: 683–696.
- ESRI, Inc. 2010. ArcMap, version 10.0 – <http://www.esri.com>.
- Eurostat 2009 – http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Land_cover,_land_use_and_landscape.
- Everitt B.S., Landau S., Leese M., Stahl D. 2011 – *Cluster Analysis*. 5th Edition – John Wiley & Sons, Ltd., New York, pp. 330.
- Flekalová M. 2010 – Rozptýlená zeleň v hodnocení krajinného rázu [Non-forest woody vegetation in landscape character assessment] – Ph.D. thesis, MENDELU, Brno, 177 pp. (in Czech, English summary).
- French D.D., Cummins R.P. 2001 – Classification, composition, richness and diversity of British hedgerows – *Appl. Veget. Sci.* 4: 213–228.
- Gower J.C., Legendre P. 1986 – Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients – *J. Classif.* 5: 5–48.

- Gustafson E.J., Parker G.R. 1994 – Using an index of habitat patch proximity for landscape design – *Lands. Urban Planning*, 29: 117–130.
- IBM Corp. 2012 – SPSS Statistics for Windows. Version 21.0 – Armonk, NY – <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>
- IUSS Working Group WRB 2006 – World reference base for soil resources 2006. 2nd edition – World Soil Resources Reports No. 103, FAO, Rome, 145 pp.
- Jongepierová I. (Ed.) 2008 – Louky Bílých Karpat [Grasslands in the White Carpathian Mts.] – ČSOP, Veselí nad Moravou, 464 pp. (in Czech).
- Kaufman L., Rousseeuw P.J. 2005 – Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis – John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ., 368 pp.
- Kolařík J. *et al.* 2003 – Péče o dřeviny rostoucí mimo les – I. [Care about the woody plants growing outside the forest] – ČSOP, Vlašim, 261 pp. (in Czech).
- Kuča P., Májský J., Kopeček F., Jongepierová I. (Eds.) 1992 – Chránená krajinná oblast Biele-Bílé Karpaty [Protected Landscape Area White Carpathian Mts.] – Vydavateľstvo Ekológia, Bratislava, 380 pp. (in Slovak).
- Lang S., Tiede D. 2003 – vLATE Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse – ESRI Anwenderkonferenz, Innsbruck.
- Lepš J., Šmilauer P. 2003 – Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO – Cambridge University Press, 269 pp.
- Lieskovský J., Kanka R., Bezák P., Štefunková D., Petrovič F., Dobrovodská M. 2013 – Driving forces behind vineyard abandonment in Slovakia following the move to a market-oriented economy – *Land Use Policy*, 32: 356–365.
- Lipský Z., Demková K., Skaloš J., Kukla P. 2011 – The influence of natural conditions on changes in landscape use: a case study of the Lower Podoubraví region (Czech Republic) – *Ekológia (Bratislava)*, 30: 239–256.
- McCollin D., Jackson J.I., Bunce R.G.H., Barr C.J., Stuart R. 2000 – Hedgerows as habitat for woodland plants – *J. Environ. Manage.* 60: 77–99.
- McGarigal K., Cushman S.A., Neel M.C., Ene E. 2002 – FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program – University of Massachusetts, Amherst.
- Miklós L., Hrnčiarová T. (Eds.) 2002 – Atlas of landscape in the Slovak Republic – MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, 344 pp.
- Mojšes M., Petrovič F. 2013 – Land use changes of historical structures in the agricultural landscape at the local level – Hriňová case study – *Ekológia (Bratislava)*, 32: 1–12.
- Molnárová K. 2008 – Long-term dynamics of the structural attributes of hedgerow networks in the Czech Republic – three cases studies in areas with preserved medieval field patterns – *J. Lands. Studies*, 1: 113–127.
- Mücher C.A., Bunce R.G.H., Jongman R.H.G., Klijn J.A., Koomen A., Metzger M.J. *et al.* 2003 – Identification and characterisation of environments and landscapes in Europe. Alterra Rapport 832 – Alterra, Wageningen.

- Müller D., Munroe D.K. 2008 – Changing rural landscapes in Albania: cropland abandonment and forest clearing in the postsocialist transition – *Annals of the Association of American Geographers*, 98: 855–876.
- Olah B., Boltižiar M. 2009 – Land use changes within the Slovak biosphere reserves zones – *Ekológia (Bratislava)*, 25: 65–89.
- Oreszczyn S. 2000 – A systems approach to the research of people's relationships with English hedgerows – *Landscape and Urban Planning*, 50: 107–117.
- Oreszczyn S., Lane A. 1999 – How hedgerows and field margins are perceived by different interest groups – *Aspects of Appl. Biol.* 54: 29–36.
- Plieninger T., Schleyer Ch., Mantel M., Hostert P. 2012 – Is there a forest transition outside forests? Trajectories of farm tries nad effects on ecosystem services in an agricultural landscape in Eastern Germany – *Land Use Policy*, 29: 233–243.
- Rempel R.S., Kaukinen. D., Carr A.P. 2012 – Patch Analyst and Patch Grid – Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.
- Ryszkowski L., Kędziora A. 2007 – Modification of water flows and nitrogen fluxes by shelterbelts – *Ecol. Engin.* 29: 388–400.
- Skaloš J., Engstová B. 2010 – Methodology for mapping non-forest wood elements using historic cadastral maps and aerial photographs as a basis for management – *J. Environ. Manage.* 91: 831–843.
- Sklenička P., Molnárová K., Brabec E., Kumble P., Pittnerová B., Pixová K., Salek M. 2009 – Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows – *Agric. Ecosyst. Environ.* 129: 465–473.
- Sláviková D. 1987 – Ochrana rozptýlenej zelene v krajine [Protection of non-forest woody vegetation in landscape] – ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava, 130 pp. (in Slovak)
- StatSoft, Inc. 2009 – STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. www.statsoft.com.
- Špulerová J., Dobrovodská M., Lieskovský J., Bača A., Halabuk A., Kohút F., Mojses M., Kenderessy P., Piscová V., Barančok P., Gerhátová K., Krajčí J., Boltižiar M. 2011 – Inventory and classification of historical structures of agricultural landscape in Slovakia – *Ekológia (Bratislava)*, 30: 157–170.
- Válkovicová Z. 2008 – Evaluation of changes of non forest woody vegetation in agriculturally utilised landscape within 50 years time horizon – *Phytopedon*, Bratislava, 7: 85–93.
- Van Eetvelde V., Antrop, M. 2009 – A stepwise multi-scaled landscape typology and characterisation for trans-regional integration, applied on the federal state of Belgium – *Lands. Urban Planning*, 91: 160–170.
- Vidican G. 2009 – Assessing land reallocation decisions during transition in Romania – *Land Use Policy*, 26: 1080–1089.
- Vorel I. 2007 – Aktuální problémy v ochraně charakteru krajiny a krajinného rázu [Current problems in landscape character protection] (In: Aktuální problémy ochrany krajinného rázu 2007 [Current problems in landscape character protection] Eds: I. Vorel, J. Kupka) – Centrum pro krajinu s.r.o., Praha, pp. 5–8 (in Czech).
- Ward J.H. 1963 – Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function – *J. Amer. Statis. Associ.* 58: 236–244.

7.5.A CROSS-BORDER COMPARISON OF LANDSCAPE STRUCTURE CHANGE IN CENTRAL EUROPE DUE TO POLITICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT IN THE LAST 65 YEARS

ABSTRACT: Landscape structure plays a significant role in landscape functioning particularly for energy balance, water retention, biodiversity and bio-migration using green structures. Studying non-forest woody vegetation as a multifunctional provider of ecosystem services in rural landscape worldwide may reveal how differences in land ownership, land management policies, nature conservation policies and institutional change can affect ecosystems and landscape structure. The main aim of our study is a trans-boundary comparison of spatial structure changes of non-forest woody vegetation between the Czech and Slovak Republic since 1950 in relation to forest and agricultural management and subsidies. For this purpose a mountain area in the White Carpathians was chosen because of its relatively homogenous physical-geographical conditions and the long-term continuity of settlements in comparison to other European border regions, which were depopulated after the 2nd World War. This study enables us to compare landscape structure during period of a single country (Czechoslovakia) and in a subsequent period after the split of former Czechoslovakia into two countries where we hypothesise different landscape structure development. We distinguished three classes of non-forest woody vegetation – solitaires, patch, and linear elements for which basic landscape-ecological metrics in three grids of different sizes for three time horizons (1950, 1986, 2011) were compared using Redundancy Analysis. We found that the most significant differences in non-forest woody vegetation in spatial structure between countries were in the number and area of solitaires, which decreased during the entire observed period. However, the largest solitaire decrease was between 1950 and 1986, probably in correspondence with socialist collective farming. Moreover, the decrease was higher in the Czech part compared to the Slovak part. The primary reason for this was the removal to one side and the joining crowns into bigger patches on the other side. The current trend of increasing area of patch and linear elements is related to natural succession. We assume that the main drivers of different development in non-forest woody vegetation in the border region of the Czech and Slovak Republics were different state agricultural policies, economic management subsidies and social development.

KEY WORDS: non-forest woody vegetation, landscape structure, agri-environment payments, Common Agriculture Policy, subsidies, White Carpathians

INTRODUCTION

Landscape in Central Europe

The European rural landscape which is a result of a complex of natural and anthropogenic (socio-economical) influences over its long-term development (Meeus, 1995; van Zanten et al., 2014) can be classified into regions with some typical landscape features. As a consequence of the political development in the last 65 years, the landscape of Central and Eastern Europe reflects similar features such as a mosaic of open fields, grasslands, forest and built-up areas depending on natural conditions or historical development. Despite the trend of landscape homogenisation in recent years (Jongman, 2002), there is still a great variety of traditional cultural landscapes in Central Europe with typical landscape features such as balks, non-forest woody vegetation, dry-stone walls, terraces, orchards etc. (Sklenička et al., 2009; Baran-Zgłobicka and Zgłobicky, 2012; Lieskovský et al., 2014). Recent landscape in Central and Eastern Europe with a high percentage of non-forest vegetation is the result of long-term (regular intentional) human activities affecting the landscape (secondary meadows and pastures, permanent grassland, arable land, built-up areas). Every managed non-forest landscape is

dependent on human intervention because without any management it will be largely spontaneously overgrown by initial woody species (Plieninger et al., 2006; Sklenička et al., 2009) and successively transform into woodland. Various human activities like agriculture, forestry, industry and urbanization create a regularly repeating mosaic which resulted over centuries into the characteristic landscape of Central Europe. Unfortunately, many traditional activities started to become rare and less common due to changing socio-economic conditions and life-style. For the purpose of restoration and maintenance of traditional cultural landscapes some agri-environmental schemes provide financial support. On the other hand, economic management subsidies may significantly change landscape structure.

Non-forest woody vegetation

One of the common features of European agricultural landscapes is *non-forest woody vegetation* (NFWV) or scattered greenery. It consists of stable woody vegetation, including the herbal floor, which is not a forest, an agricultural crop or part of the vegetation of settlements or any other built-up areas in landscape (*sensu* Bulř and Škorpík, 1987). Natural elements growing spontaneously, as well as vegetation planted by humans, are included. They have been conceptualized as “trees outside forests” (Act No. 114/1992 Sb.; FAO, 2001; Act No. 543/2002 Z. z.). Groves, alleys, riparian vegetation, linear vegetation accompanying roads and railways, vegetation on abandoned areas or places not suitable for agricultural use, solitaires and others are considered to be NFWV. NFWV is important ecosystem service provider in landscape, especially ecologically, as wildlife habitats, corridors and refuges (McCollin et al., 2000; Manning et al., 2006); for erosion control (Baudry et al., 2000; Plieninger et al., 2004); for its microclimatic function (Jonsson et al., 1999; Sanchez et al., 2010); shade for stock (Harvey and Harber, 1999); and as boundary markers (Sklenička et al., 2009; Mojsej and Petrovič, 2013) or as a fruit resource. From a landscape-ecological point of view, NFWV has a positive influence on the visual aspects of a landscape structure (Hunziker, 1995). In addition, NFWV is also one of the determining features in the process of landscape character assessment (Flekalová and Trnka, 2007; Vorel, 2007).

NFWV situated on meadows and pastures, depends directly on management measures such as cutting or grazing. Land abandonment causes not only the loss of endangered meadow species but also changes in the landscape character resulting from overgrowth and loss of typical landscape features such NFWV. Because it is declining rapidly in agricultural landscape around the world (Barr and Gillespie, 2000; Jongman, 2002; Gibbons et al., 2008; Sklenička et al., 2009; Demková and Lipský, 2013), it is necessary to realize its importance for the ecological stability and biodiversity of landscape and to protect it adequately.

Non-forest woody vegetation in the Czech and Slovak Republic

Example of Czech and Slovak Republics shows interesting developments of two countries living for decades as one state and in 1993 separated into two new countries, both now members of the European Union (EU). The common history of both countries includes several historical and/or political milestones (Table 1), which have influenced landscape development of the study area in the observed time period.

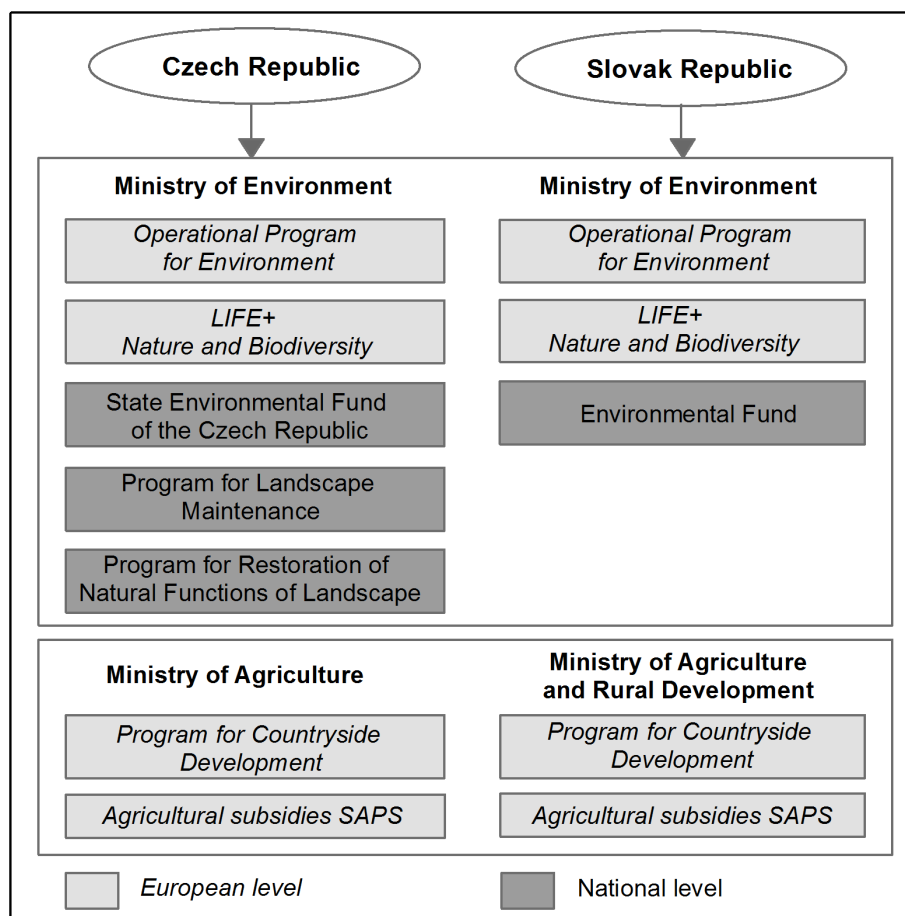
Changes in law, administration composition, and partially in the approach to nature and landscape conservation have occurred after the split of Czechoslovakia in 1993. Despite similarities in hierarchical structure of Czech and Slovak strategic and tactical documents on the national level after the accession to the EU in 2004 (Semančíková et al., 2008), differences in subsidy policy in the field of nature and landscape conservation are substantial. Current financial instruments are presented in Fig. 1.

Table 1 Common milestones in historical development of the Czech and Slovak Republic

Time period	Historical event	Consequences
1948 – 1950s*	The Communist coup d'état and the following collectivization of land	Introduction of large-scale collective farming throughout the country, aimed at maximum production of agricultural commodities
1989*	Abolition of the socialist regime	Restitution of private land ownership in the 1990s, reintroduction of democracy and a market economy, including agricultural commodities, development of market-driven forms of land-use
1993	Split of Czechoslovakia	Different political and economical development (law, management, subsidy policy)
2004*	Accession of the Czech and Slovak Republics to the EU	Full association with the EU agricultural market, introduction of principles of the Common Agricultural Policy, searching for appropriate methods and forms of land-use

*according to Fanta et al. (2005)

Fig. 1 Financial instruments (subsidy programs) for nature and landscape maintenance in the Czech and Slovak Republic at the European and national level



Source: <http://www.dotace.nature.cz/>; <http://www.envirofond.sk/>; <http://www.apa.sk/>

Since 2009 solitaires, groups of trees and tree lines together with other landscape features on agricultural land are protected and also financially supported by European agricultural subsidies because they have positive effect on agricultural landscape in many ways as previously mentioned. On the other hand, during the socialist regime NFWV and many other stabilizing landscape elements on agricultural land were intentionally removed as a prevention from intensification and mechanisation of agriculture (Lipský, 1995; Bässler and Klotz, 2006).

Studying rates of changes and time trends in spatial pattern of NFWV in border regions may reveal the consequences of how differences in land ownership, land management policies, and institutional change affect ecosystems and landscape structure.

The main aim of our study is a trans-boundary comparison of the changes in spatial structure of NFWV between the Czech and Slovak Republics in relation to forest and agricultural management and subsidies. We hypothesize a similar landscape structure and NFWV development from the 1950's to the 1990's because of the common politics in former Czechoslovakia and the diversification of landscape structure since 1993 as a consequence of different economical strategies and subsidies in both countries.

MATERIALS AND METHODS

Study area

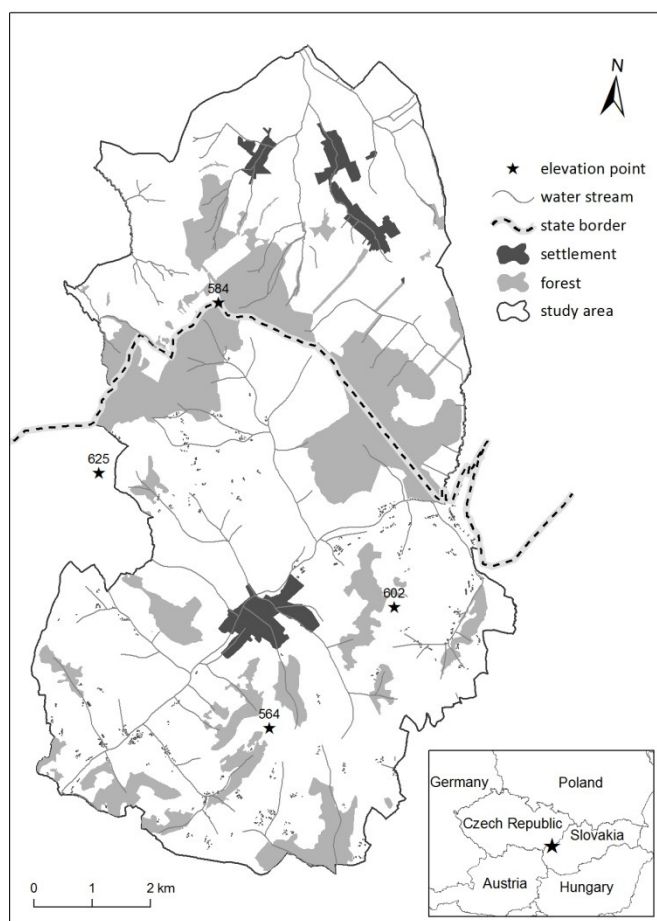
The study area is located in the southern part of the White Carpathians, which form the state border of the Czech and Slovak Republics (Central Europe). The White Carpathians represent a unique border region in Central Europe, where the settlement continuity was not disturbed by the displacement of German population after the 2nd World War in contrast to other border regions in the Czech Republic located in Sudetenland. So consequently we also expected a higher continuity of landscape management in White Carpathians over last 50 years. Moreover, the natural conditions (elevation, topography, land cover) in the study area are relatively homogenous and therefore suited for trans-boundary comparison.

The study area was delimited in accordance with the cadastral boundaries that define a basic administrative unit that has been more or less persistent since the first half of the 19th century. So it enables to use socio-economical data in order to observe population or land use development.

The study area with the total area of 7,930 ha (2,780 ha in the Czech Republic and 5,150 ha in Slovakia) is located within upland terrain, whose altitudes vary from 250 m to 610 m a.s.l. (Fig. 2) The White Carpathians consist mostly of flysch rocks with prevailing sandstone and sporadically claystone. Typical geomorphological features of a flysch belt are gentle rounded forms, flat, wide ridges, gentle, long slopes and deep open valleys (Kuča et al., 1992). Mean air temperatures in the study area in January and July are -3 °C and 17 °C respectively; mean annual precipitation ranges between 700–800 mm (Miklós and Hrnčiarová, 2002; Hrnčiarová et al., 2010).

From the perspective of potential natural vegetation, Carpathian oak–hornbeam woodland covers the majority of the study area except for the northern part of the Czech study area where Pannonian oak-hornbeam woodland interferes. Streams are accompanied by submontane and montane alder floodplain forests. Submontane beech and fir-beech forests are situated in the highest parts of the study area (Miklós and Hrnčiarová, 2002; Hrnčiarová et al., 2010).

Fig. 2 Study area



Natural vegetation cover was influenced particularly by forest-agricultural activities of the past centuries. Forests were transformed to fields, meadows and pastures with NFWV as an essential part. Blossom meadows are typical non-forest vegetation in the White Carpathians (Kuča et al., 1992; Jongepierová, 2008). The most remarkable is the orchid family whose expansion is caused by natural preconditions but moreover by extensive farming on the meadows and pastures. Although intensification of agriculture has affected these parts of the countries as well, the share of arable land has been continually decreasing to the benefit of permanent grasslands (in the Slovak part). Current proportion of land use is presented in Table 2.

Table 2 Land use in the study area

Land use	Czech part (in %; 2010)	Slovak part (in %; 2006)
Arable land	45.4	40.5
Permanent crop	1.5	0.5
Meadows and pastures	26.9	19.7
Landscape principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation	0	15.2
Woodland	20.7	21.4
Water areas	0.8	0.4
Built-up areas	1.1	2.3

Source: CORINE Land Cover data (2006); <http://lucc.ic.cz/>

A typical feature of the White Carpathians in the Slovak part are dispersed types of settlement, called “crofts”, which were formed as the consequence of lack of land in this part of country. Nowadays, the original residents have been dying and are being replaced by a new population who only uses the houses for recreation purposes (Table 3). In contrast, settlement in the Czech part of the study area is continuous (three small villages of road type).

Table 3 Population and permanently inhabited housing development in the study area (1950-2011)

	Inhabitants			Permanently inhabited houses		
	1950	1991	2011	1950	1991	2011
Czech part	1851	1437	1271	479	467	371
Slovak part	2591*	1663	1549	648**	566	493

*1961, **1970; Source: <http://czso.cz/>, <http://slovak.statistics.sk/>

As a consequence of high social and cultural diversity, the (bilateral) Protected Landscape Area (PLA) White Carpathians was declared in 1979/1980. However, it involves 80.4 % of the study area in the Czech part and only 24.5 % in the Slovak part. In addition, the White Carpathians in the Czech Republic were given the status of UNESCO Biosphere Reserve in 1996.

Data collection

To describe the main periods of landscape structure change three time horizons of aerial images were chosen – 1950 (reflect post-war landscape mosaic before socialist collectivization), 1986 (state after declaration of the PLA White Carpathians) and 2011 (reflect different managements after the split of Czechoslovakia in 1993). All historical aerial images were transformed to the S-JTSK Krovak East North coordinate system. NFWV was first digitized from the 2010 orthophotos in the Czech part (CENIA, 2010) and from the 2006 images in the Slovak part (The Topographical Institution of the Slovak Republic), which provided the best ground resolution. The present state of NFWV in the Slovak part was mapped in the field during the growing season of 2011 in order to gain information about changes in the last 5 years. After that, NFWV from historical aerial photographs from 1950 and 1986 was identified. Because of the lower spatial and radiometric resolution of the older images, NFWV was interpreted from each image on the screen, based on texture and tone. The data were collected only for non-forest areas and outside settlements.

Digitization of NFWV proceeded according to following parameters (Sláviková, 1984; Bulíř and Škorpík, 1987; Supuka et al., 1999) in ArcGIS environment:

- *Patch elements* (P) – maximum area of 0.3 ha (small woods, groves, vegetation on marshland, on abandoned lands or localities unsuitable for any economic use);
- *Linear elements* (L) – one or more lines of vegetation with minimum length of 30 m, maximum width of 30 m, at the same time width is maximally 30 % of length (alleys, riparian vegetation, linear vegetation along railways, on balks etc.);
- *Point elements* (S) – one to three individuals of tree or shrub (solitaire, group of trees, shrubs), minimal area of 5 m².

The area of NFWV was set down as a projection of the tree or the shrub crown.

Landscape-ecological analysis

For quantification of spatial structure (composition and configuration) of NFWV, regular quadrant network (grid) of different sizes (edge length of 100 m, 500 m and 1000 m) were generated. Each quadrant was assigned a degree of protection (protected or not protected) according to whether the center of the quadrant occurred in the protected landscape area or not in relevant year.

NFWV of the Czech and Slovak parts separately were overlaid by each network. Quadrants which were covered by less than 40 % of the study areas were excluded from the analysis. Using Patch Analyst extension for ArcGIS (Rempel et al., 2012), basic landscape-ecological metrics (Table 4) for each time horizons (1950, 1986 and 2011) were counted.

Table 4 Landscape-ecological metrics used for landscape microstructure analysis (McGarigal et al., 2002)

Metrics	Abbreviation	Description
Class area	AREA	The total area of all patches in the class (ha)
Number of patches	NUM	The total number of patches in the class
Mean patch size	MPS	The average area of all patches in the class (ha)
Total edge	PER	The total length of perimeter of all patches in the class (m)
Mean shape index	MSI	Measure of the average patch shape for all patches in the class

Statistical analysis

The landscape-ecological metrics were analyzed by Redundancy Analysis (RDA) using Canoco 5 of (ter Braak and Šmilauer, 2012), with time (1950, 1986, 2011), state (Czechia, Slovakia), and protection (in the protected landscape area, outside of the protected landscape area) used as nominal explanatory variables. Individual analyses revealed the percent variability in the response data explainable by a particular explanatory variable, as well as by combination of all variables and by their interaction. The significance of the effects of explanatory variables was tested by Monte Carlo permutation test and both simple (contribution of a variable without using the other variables) and conditional (unique contribution of a variable adjusted for the effect of the other variables) effects were evaluated. Spatial and temporal autocorrelation of the data was accounted within the permutation test using a split-plot design. The data for each size of grid (100 m, 500 m and 1000 m) and classes of NFWV (point, patch and linear elements) were analyzed separately. The landscape-ecological metrics data were standardized by species.

RESULTS

RDA analysis processed for each size of grid (100 m, 500 m and 1000 m) showed that the explained variability in data describing occurrence of NFWV increases with the size of grid. Therefore the following analyses concentrated only on data in a grid with a size of 1000 m.

The highest variability was explained for point elements data (S) and the smallest for patch elements data (P) (Table 5). For individual variables, the most important effect in all classes was time. The influence of state and protection on spatial pattern of NFWV classes proved to be different. The effect of protection was insignificant in cases of patch elements and very small for point and linear elements, while the effect of state was insignificant in cases of linear NFWV and was relatively high for point elements (Table 5). The interaction of used variables proved the highest explained variability for all three classes. Generally, the effect of variables is not very large. It differs according to time, state and degree of protection.

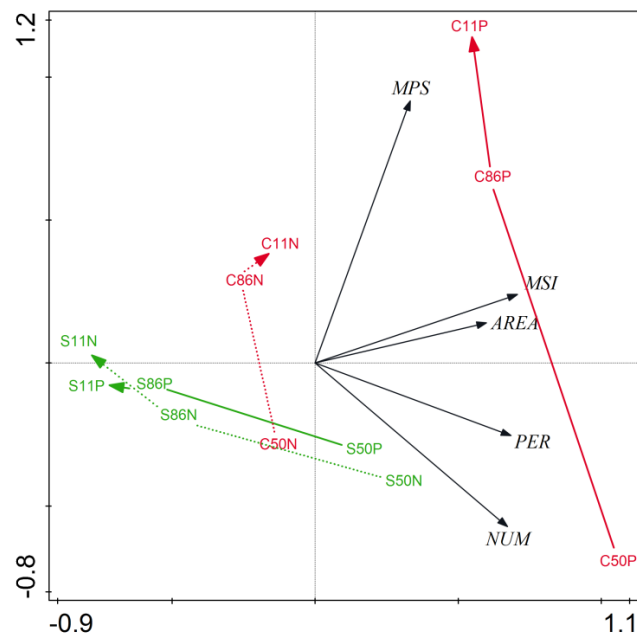
Table 5 Results of RDA analyses for data S, P and L obtained from squares of 1000 m

Data	Explanatory variables	Explained variability (simple effect)	p	Explained variability (conditional effect)	p
S	Time	7.7	0.002	7.7	0.002
	State	7.9	0.002	5.0	0.002
	Protection	3.5	0.002	0.6	0.052
	All	17.6	0.002		
	Time x State x Protection	23.2	0.002	6.9	0.004
L	Time	4.2	0.002	4.2	0.002
	State	0.1	0.27	0.9	0.016
	Protection	2.2	0.002	3.0	0.002
	All	8.7	0.002		
	Time x State x Protection	12.8	0.002	4.4	0.054
P	Time	2.6	0.004	2.7	0.002
	State	2.4	0.002	2.4	0.002
	Protection	0.0	0.42	0.0	0.61
	All	6.4	0.002		
	Time x State	9.6	0.002	3.6	0.002

Time development of the spatial structure of point elements in the Czech and Slovak parts of the White Carpathians is very different (see Fig. 3). The direction, as well as the degree of change, differs between states and time horizons. The values of AREA, NUM, PER and MSI decreased in Slovakia from 1950, a bigger decrease was noticed between 1950 and 1986. In the Czech part, MPS increased from 1950 but on the other hand, NUM and PER decreased during the same time (Fig. 3). The direction of change is similar in both parts of the Czech study area – protected (P) and also not protected (N). The differences between them are in the degree of change, which is bigger in the protected part.

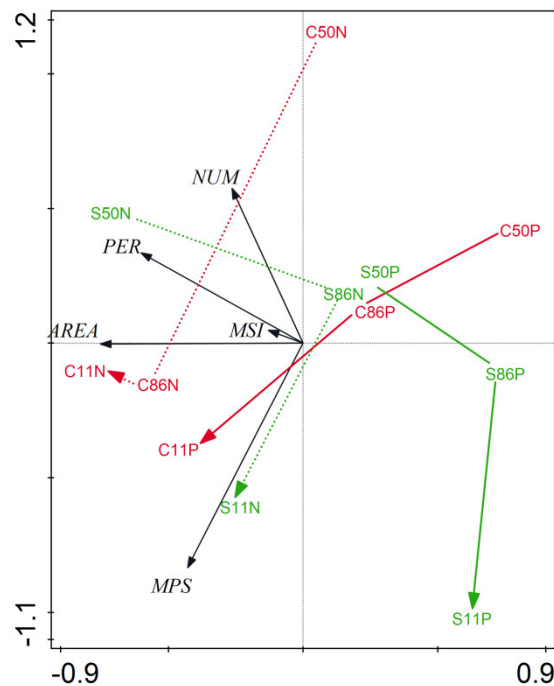
The time development of linear elements of NFWV differs between states and also protected and unprotected areas (Fig. 4). Time trends in the Slovak parts are very similar in protected as well as unprotected areas. In both cases, values of AREA and PER decreased between 1950 and 1986 but in unprotected area the decrease was bigger. In next period (1986-2011), MPS rose but NUM decreased. Values of AREA, PER and NUM are bigger in unprotected areas during the entire observation period, which is also characteristic for the Czech part of the study area. Different time development between protected and unprotected areas began after 1986. Values of MPS and AREA rose in both cases between 1950 and 1986. This trend continued in protected area and also in the next time period, while in unprotected area values of AREA increased slightly but MPS did not change (Fig. 4).

Fig. 3 RDA ordination diagram for data describing occurrence of point elements of NFWV in landscape of White Carpathians with interaction of State, Time and Protection used as explanatory variables.



Notes: C – Czech Republic, S – Slovakia; 50, 86, 11 – years 1950, 1986, 2011; P – protected area, N – unprotected area.

Fig. 4 RDA ordination diagram for data describing occurrence of linear elements of NFWV in landscape of the White Carpathians with interaction of State, Time and Protection used as explanatory variables.

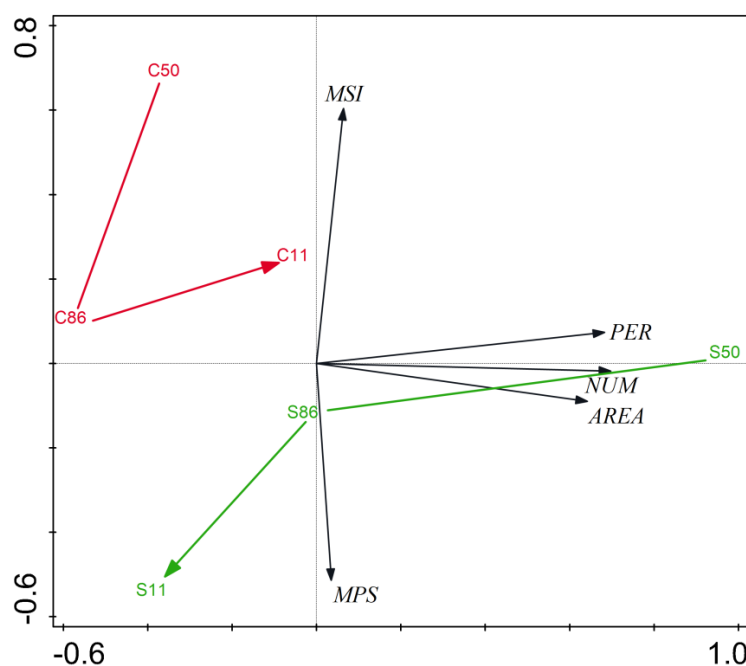


Notes: C – Czech Republic, S – Slovakia; 50, 86, 11 – years 1950, 1986, 2011; P – protected area, N – unprotected area.

As mentioned previously, protection does not play any role in the time trends of spatial structure of patch elements in the White Carpathians. Significant differences were recognized between states (Fig. 5). Generally, values of MPS and MSI are smaller in the Czech part than in the Slovak during the entire observed period. Big differences in all metrics were recorded in 1950. In the next time periods these differences between states have decreased slightly.

The time development of metrics is very different. In the Slovak part, decrease of PER, NUM and AREA was observed (especially between 1950 and 1986). Between 1986 and 2011 MPS rose and values of MSI decreased. Comparing with the Slovak part, time trends in the Czech part are in conflict (Fig. 5). While MPS rose and MSI decreased between 1950 and 1986, between 1986 and 2011 values of PER, NUM and AREA rose, MSI only slightly and MPS decreased (vice versa in the Slovak part).

Fig. 5 RDA ordination diagram for data describing occurrence of patch elements of NFWV in landscape of White Carpathians with interaction of State, Time and Protection used as explanatory variables.



Notes: C – Czech Republic, S – Slovakia; 50, 86, 11 – years 1950, 1986, 2011; P – protected area, N – unprotected area.

DISCUSSION

The role of NFWV in landscape structure in socio-economical context

In the last 65 years, the European landscape has changed in a significant way due to political shifts and socio-economical consequences. Landscape structure has been homogenized (Jongman, 2002; van Zanten et al., 2014) which has affected ecosystem stability and landscape character (aesthetic values). Furthermore, boundary regions typically located in mountains were abandoned and marginalized resulting in decreasing of socio-economical activities. The highest effect was in the regions near the “Iron Curtain” politically separating Western and Eastern Europe. However, our study of the White Carpatians supports the general idea of border region abandonment, because of similar trends in landscape structure during common political development in the Czech and Slovak parts until 1993.

In the context of previously mentioned socio-political developments, the landscape structure has changed mainly due to political interventions (Primdahl et al., 2013) influencing forest-agricultural management, nature protection and subsidies, which resulted in characteristic landscape structure along the border mountain regions of Central Europe. NFWV including scattered trees, hedgerows, shelterbelts, groves etc. represent very sensitive landscape features in landscape structure because of their low economical value, which has been crucial in the last 50 years. On the other hand NFWV is considered to be a keystone structure because of its ecological importance relative to its low abundance (Plieninger et al., 2004; Manning et al., 2006). It provides many ecosystem services such as refuge for species forced away from large-scale agricultural landscape (Lipský, 1995), control against erosion (Baudry et al., 2000; Sklenička et al., 2009), seed source (Manning et al., 2006); and a positive influence on visual quality of landscape (Hunziger, 1995; Benčať and Jančura, 2008).

Changes in spatial structure of NFWV

Observed time trends in the spatial pattern of NFWV relate with several historical events such as socialist collective farming, the abandonment of hard accessible land parcels in the first time horizon (1950-1986) and the declaration of the White Carpathians as a protected landscape area at the end of this period. Market-oriented farming, the split of the former Czechoslovakia, accession to the EU (Common Agricultural Policy, European subsidy system) and socio-economic differences influenced spatial structure of NFWV in the second period (1986-2011).

In general, differences in rates and spatial structure of NFWV between protected and unprotected areas were not substantial. On the contrary, states differ in time trends of all types of NFWV.

A decrease in all metrics in the Slovak part, especially in the first period, was caused either by removing NFWV during land reallocation or by transforming abandoned land into forest. Milder increase in AREA and MPS of NFWV in the next period (especially due to widening linear elements) resulted from ongoing land abandonment as a consequence of emigration and the aging of the population. Values of AREA, NUM and PER (landscape-ecological metrics) were higher during the entire time period in the unprotected area. It is not suited to keep NFWV widening or enlarging in the PLA because the main objective of protection in the PLA is the orchid family growing on meadows.

In the Czech part, a decrease of NFWV in NUM and partially in AREA between 1950 and 1986 is related to the land reallocation and conversion of NFWV to forest or linear elements. The gradual increase in MPS of solitaires was probably caused by the maintenance of unique spatial structure of solitaires in a part of the study area during socialist farming. On the other hand, an increase in MPS of linear vegetation resulted from foundations of shelterbelts and natural spreading, e.g. along water streams. Ongoing increasing MPS and AREA of NFWV in next period is related to its natural increasing crown projection. Increasing value of NUM was recognized only in this period and in the Czech part in the case of patch elements, which were caused either by formation of new patches on places unsuitable for farming or by joining neighboring solitaires.

The observed NFWV changes (reduction in the number and an increase in average size of patches) follow the general trend of land cover changes in Western Europe during the agricultural industrialization (Ihse, 1995; Hamre et al., 2007) and in Eastern Europe during socialist intensification and collectivization (Lipský, 1995; Bičík et al., 2001). Land cover changes have been triggered by a development of new agricultural technology that allows more effective farming over larger areas (Fjellstad and Dramstad, 1999; van Eetvelde and Antrop, 2004). Despite general trends across Europe, our findings pointed out that socialist collectivization enhanced the impact on agricultural landscape

structure in the study area which was also confirmed in other Central and Eastern European countries (Takács-György et al., 2007; Skaloš and Engstová, 2010; Lieskovský et al., 2014).

Although we studied a relatively environmentally homogenous region with similar historic and economic development, changes in landscape structure can differ significantly. Similar conclusions were published by Kümmerle et al. (2006, 2008) who compared landscape patterns in three countries (Slovakia, Poland and Ukraine) along the border region of the Carpathians. Substantial differences in landscape pattern and rate of farmland abandonment among the three countries appear to be related to different land-ownership patterns, land-reform strategies and societal development (rural population density and emigration). Compared to our study area, land-ownership pattern and societal development appear to be important drivers of different development landscape structure between the Czech and Slovak parts of the study area. While in the Slovak part mostly large parcels from collectivization period have persisted, land-ownership pattern in the Czech part is more diverse with the occurrence of small strip fields remain until the present.

The decrease in population density since 1950 was similar in both parts however population density is higher in the Czech part during the entire observed period. Moreover, prevailing dispersed settlement types in the Slovak part affects population development. The aging of the rural population, emigration and conversion of permanently inhabited houses into recreational houses have had substantial impact on landscape structure and the landscape character of the study area. The risk of adverse age structure of farmers for further rural development in the Czech PLA White Carpathians is also outlined in Špička (2009). Similar trends are even more intensively identified by Turnock (2002) and Kümmerle et al. (2009) in the Carpathian mountain region.

Changes in landscape structure due to agricultural subsidies

The most significant differences between the Czech and Slovak parts in terms of landscape structure were in solitaires number and area. Despite there being no direct subsidies for solitaires (or NFWV in general) there are secondary influences resulting in various landscape structure. Currently, the European subsidy system plays an important role in managing permanent grasslands in general. Agri-environment payments keep farming (mowing and grazing) on pastures and meadows in which NFWV has been maintained as well. Other subsidies in the Czech Republic enable the removal of unwanted self-seeding plants on grasslands or the planting of new trees (mostly solitaires) which replace the old ones. Such financial instruments enable maintenance and regeneration of the unique microstructure of NFWV in the White Carpathians (Fig. 6) whose origin remains unclear (Jongepierová, 2013; personal communication).

The decrease of AREA of patch and point elements in the Slovak part between 1986 and 2011 was compensated by increasing AREA of linear elements, but landscape structure changed and became less heterogenic. Patches and solitaires which disappeared were situated mostly on steep slopes and less accessible land. As a consequence of the absence of interest of the owners in farming, grasslands started to be overgrown successively. Agri-environment payments were becoming increasingly attractive only to the larger-scale, more intensive and economically-orientated farmers (mostly agricultural cooperatives), who use large, well accessible meadows and pastures (Mertanová et al., 2010). Smaller land parcels (less than 1 ha) are not suited for agri-environment payments because they do not comply with the requirement of minimum area. The best orchid sites were designated as natural reserves, in the Slovak PLA it was mostly at extreme positions in strongly sloping or landslide areas. While the Czech natural reserves of meadows are quite large, Slovak ones are smaller and have extraordinary demands on manually performed mosaic mowing. Moreover, since 2008 financing of administrative structures for nature conservation in Slovakia has rapidly changed (Mertanová, 2013; personal communication). Budget cuts for administrations for PLA have

significantly affected the performance of management measures expendable for the maintenance of biodiversity. Therefore natural reserves and other gene pool localities are managed by the staff of the PLA and supported by local NGOs. Summer work camps for volunteers are organized annually and hay is removed from the localities (Mertanová et al., 2010).

Fig. 6 Landscape microstructure in the White Carpathians in the Czech (a) and Slovak (b) parts of the study area (photos K. Demková)



Moreover, although current CAP includes measures to maintain biotopes of natural and semi-natural grasslands as well as several types of rural agricultural landscapes (through e.g. NATURA 2000 payments, natural handicap payments, organic farming) the real implementation is deficient due to the nature of the demanding eligibility criteria for support (e.g. minimum area of 1 ha, complex administrative and financial requirements for potential beneficiaries) (Bezák and Mitchley, 2014). So the small farmers who can significantly contribute to sustainability of rural areas (Shucksmith and Ronningen, 2011) are often out of reach of these payments. Recent conditions of CAP in Slovakia prioritise the existence of larger farms, which originated from collectivization period and persisted until the present (Bezák and Mitchley, 2014). This is relatively common in the region of Central and Eastern Europe (Lerman et al., 2004). Our findings contribute to conclusions of Bezák and Mitchley (2014) that the current system of CAP in Slovakia is unfavourable for mountain areas and ignore local ecological and social conditions. Špička (2009) calls for more effective tools and strategies aimed at the maintenance and attraction of younger working people to the rural areas proceeding from research

on the White Carpathians. Weak flexibility in rural and agro-environmental policy of the EU has also been pointed out by e.g. Stenseke (2006) and Babai and Molnár (2014).

CONCLUSION

NFWV supports species diversity, landscape heterogeneity and landscape character in rural landscape. Various drivers are responsible for landscape structure changes in the last 65 years (political, socio-economic, etc.). The main driving forces, which have markedly affected spatial structure of NFWV in the border region of the White Carpathians in Slovakia and the Czech Republic, were socialist farming practices (e.g., collectivization, land reallocation, intensification and land abandonment). In our study we found that the most significant differences of NFWV in both countries were in number and area of solitaires, which decreased during the entire observed time. However, the largest decreases were between 1950 and 1986, probably in correspondence to socialist farming. Furthermore, the number of the decrease in solitaires was higher in the Czech study area due to the removal and joining of tree crowns into bigger patches. As a consequence of different agricultural policies after the split of Czechoslovakia different management measures and economic instruments have been applied. All together with different social development along the border region have influenced the spatial structure development of NFWV. Moreover, uniform conditions for European subsidies and deficient financial support of landscape maintenance and nature conservation from the state in Slovakia enhanced differences in landscape structure between the two countries along the border region.

ACKNOWLEDGEMENTS: This work was financially supported by the project SVV 260-078-1 (Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic), the Grant Agency of the Charles University in Prague (253378), and the CzechGlobe Centre (CZ.1.05/1.1.00/02.0073). We thank to the Agricultural Paying Agency of the Slovak Republic for information about subsidies.

REFERENCES

- Act No. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- Act No. 543/2002 Z. z., o ochrane prírody a krajiny.
- Babai, D., Molnár, Z. 2014. Small-scale traditional management of highly species-rich grasslands in the Carpathians. *Agric. Ecosyst. Environ.* 182, 123-130.
- Baran-Zgłobicka, B., Zgłobicki, W. 2012. Mosaic landscapes of SE Poland: should we preserve them? *Agrofor. Syst.* 85, 351–365.
- Barr, C.J., Gillespie, M.K. 2000. Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. *J. Environ. Manage.* 60, 23-32.
- Baudry, J., Bunce, R.G.H., Burel, F. 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *J. Environ. Manage.* 60, 7–22.
- Bässler, C., Klotz, S. 2006. Effects of changes in agricultural land use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agric. Ecosyst. Environ.* 115, 43-50.
- Benčať, T., Jančura, P. 2008. Význam a funkcia drevín v krajinnom obraze. Woody plants signification and function in landscape image. In: Benčať, T., Jančura, P., Daniš, D. (Eds.), *Vybrané problémy krajiny podhorských a horských oblastí*. Vydavateľstvo Janka Čižmárová – Partner, Poniky, pp. 5–8. English abstract.
- Bezák, P., Mitchley, J. 2014. Drivers of change in mountain farming in Slovakia: from socialist collectivization to the Common Agricultural Policy. *Reg. Environ. Change* 14, 1343-1356.

- Bíčík, I., Jeleček, L., Štěpánek, V. 2001. Land use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th century. *Land Use Policy* 18, 65-73.
- Bulíř, P., Škorpík, M. 1987. Rozptýlená zeleň v krajině. Aktuality výzkumného a šlechtitelského ústavu okrasného zahradnictví v Průhonicích, O. P. Sempra, Praha.
- CORINE Land Cover 2006. Slovak Environmental Agency, Slovak Republic, 1:50,000.
- Demková, K., Lipský, Z. 2013. Changes in the extent of non-forest woody vegetation in the lowland of Novodvorská and Žehušicko region (Central Bohemia, Czech Republic). *AUC Geographica*, 48, 5–13.
- Fanta, J., Zemek, F., Prach, K., 2005. Roots of marginalization across a Czech border area and its future landscape perspectives. Non-published report for the concerted action EUROLAN project (QLK5-CT-2002-02346).
- FAO, 2001. Trees outside the forest: Towards rural and urban integrated resources management. Contribution to the forest resources assessment 2000 report. FAO Forest Conservation, Research and Education Service, Rome.
- Fjellstad, W.J., Dramstad, W.E. 1999. Patterns of change in two contrasting Norwegian agricultural landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 45, 177-191.
- Flekalová, M., Trnka, P. 2007. Landscape Character Assessment (Case Study of the Hustopeče Cadastral Area, South Moravia, Czech Republic). *Morav. Geogr. Rep.* 15, 13-24.
- Gibbons, P., Lindenmayer, D.B., Fischer, J., Menig, A.D., Weinberg, A., Seddon, J., Ryan, P., Barrett, G. 2008. The future of scattered trees in agricultural landscapes. *Conserv. Biol.* 22, 1309-1319.
- Hamre, L.N., Domaas, S.T., Austad, I., Rydgren, K. 2007. Land-cover and structural changes in a western Norwegian cultural landscape since 1865, based on an old cadastral map and a field survey. *Landsc. Ecol.* 22, 1563-1574.
- Harvey, C. A., Haber, W.A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforest. Syst.* 44, 37–68.
- Hrnčiarová T., Mackovčin, P., Zvara, I. (Eds.) 2010. Atlas krajiny České republiky, MŽP Průhonice, VÚKOZ.
- Hunziker, M. 1995. The spontaneous reforestation in abandoned agricultural lands: perception and aesthetic assessment by locals and tourists. *Landsc. Urban Plan.* 31, 399–410.
- Ihse, M. 1995. Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. *Landsc. Urban Plan.* 31, 21-37.
- Jongepierová, I. (Ed.) 2008. Grasslands in the White Carpathian Mountains. ČSOP, Veselí nad Moravou.
- Jongman, R.H.G. 2002. Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landsc. Urban Plan.* 58, 211-221.
- Jonsson, K., Ong, C.K., Odongo, J.C.W. 1999. Influence of scattered nere and karite trees on microclimate, soil fertility and millet yield in Burkina Faso. *Exp. Agr.* 35, 39–53.
- Kümmerle, T., Radeloff, V.C., Perzanowski, K., Hostert, P. 2006. Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique. *Remote Sens. Environ.* 103, 449-464.

- Kümmerle, T., Hostert, P., Radeloff, V. C., Perzanowski, K., Kruhlov, I. 2008. Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians. *Ecosystems* 11, 614-628.
- Kümmerle, T., Müller, D., Griffiths, P., Rusu, M. 2009. Land use change in Southern Romania after the collapse of socialism. *Reg. Environ. Change* 9, 1-12.
- Lerman, Z., Csaki, C., Feder, G. 2004. Evolving farm structures and land use patterns in former socialist countries. *Q. J. Int. Agric.* 43, 309-335.
- Lieskovský, J., Kenderessy, P., Špulerová, J., Lieskovský, T., Koleda, P., Kienast, F., Gimmi, U. 2014. Factors affecting the persistence of traditional agricultural landscapes in Slovakia during collectivization of agriculture. *Landsc. Ecol.* 29, 867-877.
- Lipský, Z. 1995. Changing face of Czech rural landscape. *Landsc. Urban Plan.* 31, 39-45.
- Manning, A.D., Fischer, J., Lindenmayer, D.B. 2006. Scattered trees are keystone structures – implications for conservation. *Biol. Conserv.* 132, 311–321
- McCollin, D., Jackson, J.I., Bunce, R.G.H., Barr, C.J., Stuart, R. 2000. Hedgerows as habitat for woodland plants. *J Environ. Manage.* 60, 77-99.
- McGarigal, K., Marks, B.J., Holmes, C., Ene, E. 2002. *Fragstats 3.3*.
Available: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html
- Meeus, J. 1995. Pan-European landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 31, 57-79.
- Mertanová, S., Rajcová, K., Jánický, P. 2010. Providing adequate grassland management in Slovakia – case studies from the Biele Karpaty Mts. *Proceedings of the 7th European Dry Grassland Meeting: Succession, restoration and management of dry grasslands*, p. 46.
- Miklós, L., Hrnčiarová, T. (Eds.) 2002. *Atlas of landscape in the Slovak Republic – MŽP SR Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica*.
- Mojsej, M., Petrovič, F. 2013. Land use changes of historical structures in the agricultural landscape at the local level – Hriňová case study. *Ekol. Bratislava*, 32, 1-12.
- Plieninger, T., Pulido, F.J., Schaich, H. 2004. Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *J. Arid Environ.* 57, 345–364.
- Plieninger, T., Höchtl, F., Spek, T. 2006. Traditional land-use and nature conservation in European rural landscapes. *Environ. Sci. Policy*, 9, 317-321.
- Primdahl, J., Kristensen, L., Swaffield, S. 2013. Guiding rural landscape change. Current policy approaches and potentials of Landscape strategy making as a policy integrating approach. *Appl. Geogr.* 42, 86–94.
- Rempel, R.S., Kaukinen, D., Carr, A.P. 2012. *Patch Analyst and Patch Grid*. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario
- Sanchez, I.A., Lassaletta, L., McCollin, D., Bunce, R.G.H. 2010. The effect of hedgerow loss on microclimate in the Mediterranean region: an investigation in Central Spain. *Agrofor. Syst.* 78, 13-25
- Semančíková, E., Líšková-Dvořáková, Z., Holcová, V. 2008. How strategic planning deals with spatial landscape problems? in: Kabrda, J., Bičík, J. (Eds.), *Man in the landscape across frontiers: Landscape and land use change in Central European border regions*. *Conference Proceedings of the IGU/LUCC Central Europe Conference 2007*, pp. 153-163.

Shucksmith, M., Ronningen, K. 2011. The uplands after neoliberalism? – the role of the small farm in rural sustainability. *J. Rural Stud.* 27, 1-13.

Skaloš, J., Engstová, E. 2010. Methodology for mapping non-forest wood elements using historic cadastral maps and aerial photographs as a basis for management. *J. Environ. Manage.* 91, 831-843.

Skaloš, J., Molnárová, K., Kottová, P. 2012. Land reforms reflected in the farming landscape in East Bohemia and in Southern Sweden – Two faces of modernization. *Appl. Geogr.* 35, 114-123.

Sklenička, P., Molnárová, K., Brabec, E., Kumble, P., Pittnerová, B., Pixová, K., Šálek, M. 2009. Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows. *Agric. Ecosyst. Environ.* 129, 465-473.

Sláviková, D. 1984. Význam lesa a rozptýlenej zelene pre tvorbu krajiny. *Vysoká škola lesnícka a drevárska, Zvolen.*

Stenseke, M. 2006. Biodiversity and the local context: linking seminatural grasslands and their future use to social aspects. *Environ. Sci. Policy*, 9, 350-359.

Supuka, J., Schlampová, T., Jančura, P. 1999. *Krajinárska tvorba*. Technická univerzita, Zvolen.

Špička, J. 2009. Farming under environmental conditions in the Beskyds and White Carpathians. *Agric. Econ. – Czech*, 55, 459-466.

Takács-György, K., Bandlerova, A., Sadowski, A., 2007. Land Use and Land Reform in Former Central and East European Countries. *Corvinus University of Budapest*, pp. 1–13.

ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. 2012. *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.

Turnock, D. 2002. Ecoregion-based conservation in the Carpathians and the land-use implications. *Land Use Policy* 19, 47-63.

van Eetvelde, V., Antrop, M. 2004. Analyzing structural and functional changes of traditional landscape – two examples from Southern France. *Landsc. Urban Plan.* 67, 79-95.

van Zanten, B.T., Verbung, P.H., Espinosa, M. et al. 2014. European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 309–325.

Vorel, I. 2007. Aktuální problémy v ochraně charakteru krajiny a krajinného rázu. in: Vorel, I., Kupka, J. (Eds.), *Aktuální problémy ochrany krajinného rázu 2007*. Centrum pro krajinu s.r.o., Praha, pp. 5-8.

Web references

Agricultural Paying Agency of the Slovak Republic. [cit.2014-01-18]. URL:<http://www.apa.sk>.

Czech Environmental Information Agency (CENIA) 2010. Present and historical aerial photographs available [online]. [cit.2011-12-15]. URL:<http://geoportal.cenia.cz>.

Czech Statistical office. [cit.2014-01-15]. URL:<http://czso.cz>.

Database of long-term changes in land use of the Czech Republic 1845-2000. [cit.2014-04-20]. URL:<http://lucc.ic.cz>.

Environmental Fund of the Slovak Republic. [cit.2014-04-20]. URL:<http://www.envirofond.sk>.

Financial instruments for nature and landscape conservation of the Czech Republic. [cit.2014-01-18]. URL: <http://www.dotace.nature.cz>.

Statistical office of the Slovak Republic. [cit.2014-01-30]. URL:<http://slovak.statistics.sk>.

8. ZHRNUTIE VÝSLEDKOV A ZÁVER

Dosiahnuté výsledky dizertačnej práce sú zhrnuté v piatich tematických okruhoch, ktoré boli na začiatku práce stanovené ako čiastkové úlohy:

Návrh metodického postupu mapovania nelesnej drevinovej vegetácie

Metodický postup terénneho mapovania bol inšpirovaný staršou literatúrou (Sláviková 1987; Pellantová 1994) a navrhnutý pre výskum v rámci dizertačnej práce, ktorý kladie dôraz na krajinnú ekológiu a fyzickú geografiu. Na tieto účely boli údaje zisťované v teréne postačujúce. Avšak z krajinnno-ekologického hľadiska by bolo vhodné podrobnejšie zmapovať funkčnosť jednotlivých porastov, tzn. aké úlohy, funkcie plnia v krajine (protierózna, klimatická, orientačná, estetická atď.). Bližším popisom ich významu by si široká verejnosť uvedomila pozitívne pôsobenie NDV na krajinu a súčasný prínos pre človeka.

Výsledky mapovania je možné využiť na ochranu drevín rastúcich mimo les, ďalej ako podklad pre sledovanie zmien v krajine, pozemkové úpravy, návrh skladobných prvkov miestneho ÚSES (hlavne interakčné prvky), pre výber nových chránených či pamätných stromov alebo v procese hodnotenia krajinného rázu.

V prípade využitia informácií mapovaných v teréne k iným účelom (starostlivosť o vegetáciu, evidencia NDV na rôznych hierarchických úrovniach) je nutné metodiku upraviť, resp. rozšíriť. Z dôvodu interdisciplinárneho charakteru tejto problematiky by bolo vhodné doplniť mapovanie o ďalšie údaje podrobnejšie popisujúce jednotlivé porasty NDV. Pre potreby starostlivosti o dreviny sú dôležité podrobnejšie dendrologické charakteristiky ako napr. šírka a výška koruny (solitérne dreviny), veková kategória porastu, podiel drevín a druhov zastúpených v poraste (pokryvnosť) alebo detailnejšia charakteristika zdravotného stavu.

Ďalším doplnením, ktoré stojí za zváženie, je zistiť reálnu veľkosť plochy porastu v teréne (reprezentatívna vzorka, náhodný výber) a porovnať ju s dátami digitalizovanými na podklade ortofotomáp, ako uvádza Plieninger et al. (2012). Na jednej strane zistíme, či sme plochu vegetácie nenadhadnotili alebo naopak, avšak na druhej strane sa ponúka otázka, aký veľký zmysel to bude mať pre prax, keďže plocha vegetácie sa mení priebežne či už prírodnou silou alebo antropogénnym zásahom.

V prípade evidencie NDV s cieľom zavedenia manažmentových opatrení je nutné identifikovať pozemky, na ktorých sa porasty nachádzajú, a ich vlastníkov. A to nielen kvôli priebežnej kontrole stavu NDV (monitoring) či vykonaných opatrení, ale tiež z dôvodu informovanosti vlastníka, príp. umožneniu prístupu na jeho pozemok. Niektoré parcely, na ktorých bola identifikovaná rozptýlená zeleň, sú však podľa katastra nehnuteľnosti vedené ako lesný pozemok. V tomto prípade je nutné rozhodnúť, ako pristupovať k takejto vegetácii metodicky i prakticky.

V Česku i na Slovensku chýba systematický monitoring nelesnej drevinovej vegetácie mimo zastavané územia obcí. Nemáme predstavu, akú plochu zaberajú tieto biotopy dôležité pre živé organizmy žijúce v poľnohospodárskej krajine v súčasnosti, nepoznáme dynamiku ich zmien za posledných 25 rokov. Posledné odhady pochádzajú z 80. rokov minulého storočia (Vaníček 1985; Moldan a kol. 1990). Pritom dôvodov na evidenciu NDV existuje viacero. Nielen že sa neustále mení krajinná pokrývka (urbanizácia, výstavba diaľnic, zarastanie krajiny atď.), menia sa i právne predpisy súvisiace s ochranou drevín rastúcich mimo lesa (novela slovenského zákona o ochrane prírody a krajiny v roku 2013 – zákon č. 506/2013 Z. z., nová česká vyhláška č. 189/2013 Sb., o ochrane drevín a povoľovaní ich výrubov). To všetko ovplyvňuje nielen kvantitatívne zastúpenie NDV v krajine, ale i kvalitu týchto porastov. Inšpiráciu v tomto smere možno hľadať napr. vo Veľkej

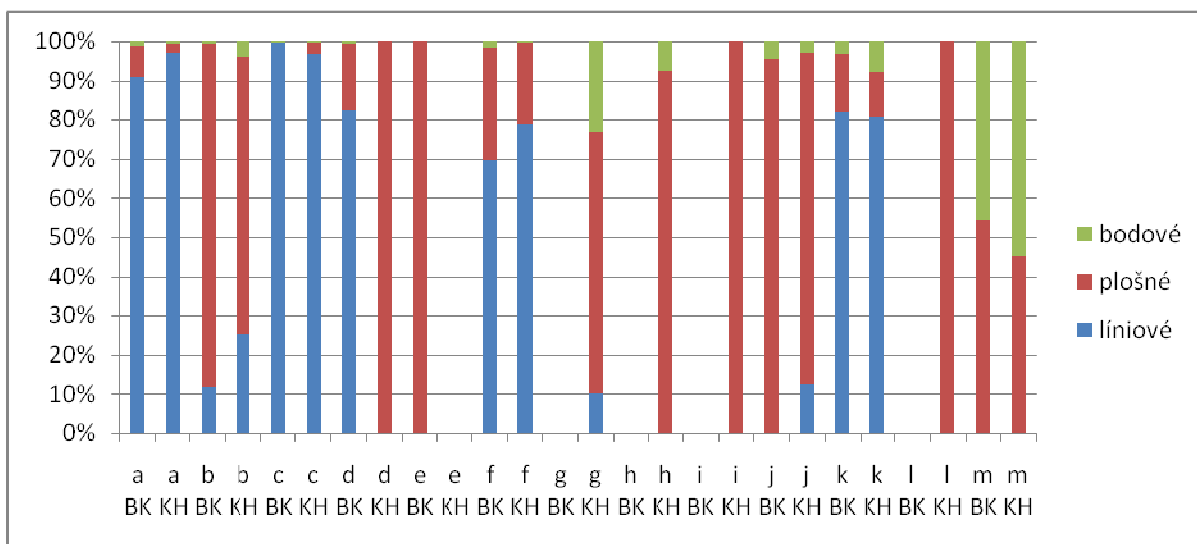
Británii, kde raz za 10 rokov vychádzajú v rámci tzv. "Countryside Survey" i reporty o stave biotopov (Barr et al. 1993; Haines-Young et al. 2000), medzi ktorými sa zisťuje i stav a plošný rozsah živých plotov.

Zhodnotenie aktuálneho stavu nelesnej drevinovej vegetácie

Porovnaním územia na Kutnohorsku (s rozlohou 60,5 km²) a v Bielych Karpatoch (rozloha 51,5 km²) z hľadiska aktuálneho stavu priestorového usporiadania a charakteru nelesnej drevinovej vegetácie mapovanej v teréne boli zistené značné rozdiely. Podiel NDV v území v Bielych Karpatoch (2,6 %) je vyšší v porovnaní s územím na Kutnohorsku (1,5 %), čo je dané odlišným charakterom krajiny a vyplývajúcim využitím. Po odčítaní lesnej a zastavanej plochy z celkovej rozlohy oboch území sa rozdiel v podiele NDV medzi územiami zmenšil (Biele Karpaty 3,4 %; Kutnohorsko 2,1 %). Podľa Machovca (1994) by mala rozptýlená zeleň zaujímať minimálne 1,5 % poľnohospodárskeho pôdneho fondu, aby bola schopná plniť svoje polyfunkčné poslanie. NDV v území na Kutnohorsku napriek intenzívnemu poľnohospodárskemu využitiu túto hranicu prekračuje vďaka krajinárskym úpravám v okolí zámkov Kačina a Žehušice (parky a obory) a líniovým porastom v nivách riek. Avšak v danej lokalite existujú časti, ktoré potrebujú rozptýlenú zeleň bezpodmienečne doplniť či už z dôvodu zvýšenej eróznej činnosti vetra alebo nedostatočnej retenčnej schopnosti krajiny.

Okrem plochy sa pri líniových prvkoch NDV vyjadrovala aj ich dĺžka. Relatívna dĺžka líniovej zelene dosahuje vyššie hodnoty na Kutnohorsku (2,2 km/km²) v porovnaní s Bielymi Karpatmi (1,8 km/km²). Tento fakt je spôsobený nivným charakterom krajiny na dolnom toku Doubravy a Klejnárky (v území na Kutnohorsku), ktorý podmieňuje väčší výskyt líniových štruktúr. Je však nutné podotknúť, že nie všetky líniové porasty sú súvislé, obzvlášť pozdĺž vodných tokov a umelých vodných kanálov.

Obr. 5 Zastúpenie nelesnej drevinovej vegetácie v modelovom území Biele Karpaty a Kutnohorsko podľa lokality/stanovišta



Poznámka: a – komunikácie; b – zamokrené plochy; c – vodné plochy, toky; d – erózne strže; e – kamenice; f – medze; g – komponovaná krajina; h – sakrálné pamätníky; i – svetské pomníky; j – nevyužívané plochy; k – hranice pozemkov; l – zvyšok lesa; m – technické stavby; BK – Biele Karpaty, KH – Kutnohorsko

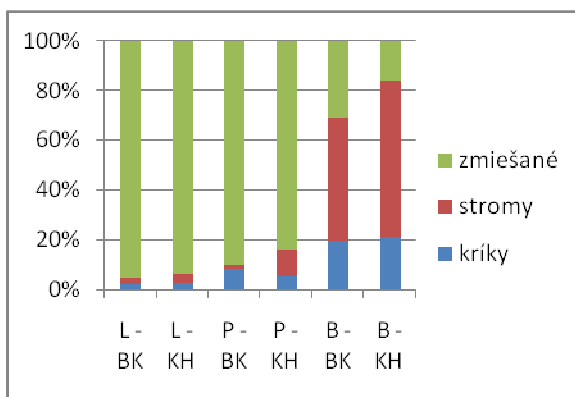
Územia sa líšia v zastúpení NDV podľa lokality/stanovišta (Obr. 5). Kým na Kutnohorsku sa NDV viaže na svetské a sakrálné pamätníky alebo komponovanú krajinu, v území v Bielych Karpatoch sa s podobným typom nestretneme. Naopak v Bielych Karpatoch sa NDV vyskytuje na tzv.

kameniciach. Na depresie v Bielych Karpatoch sa viažu predovšetkým rozsiahle líniové porasty, kým na Kutnohorsku sú porastené plošnými prvkami.

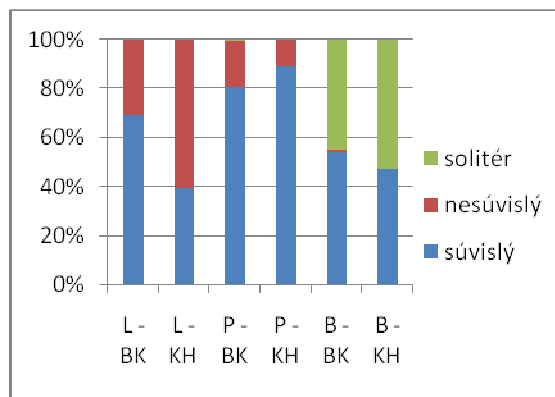
V zastúpení jednotlivých formácií v porastoch NDV sa územia veľmi nelíšia (Obr. 6a). Vyšší podiel stromovej vegetácie v plošných prvkoch NDV na Kutnohorsku je spôsobený krajinárskymi úpravami a ich nepretržitou údržbou (zamedzenie náletu kríkov). V Bielych Karpatoch naopak majú väčšie zastúpenie kríkové porasty, ktoré vznikli spontánnym šírením. Z hľadiska zápoja porastov NDV pozorujeme rozdiel v líniových prvkoch. Na Kutnohorsku je podiel súvislých a nesúvislých porastov pomerne vyrovnaný, kým v Bielych Karpatoch prevažuje porast súvislý (Obr. 6b). V prípade príčiny výskytu (Obr. 6c) sa rozdiely prejavujú pri plošných prvkoch. Porasty vzniknuté výsadbou majú jednoznačne vyšší podiel na Kutnohorsku z dôvodu prítomnosti Žehušickej obory a Kačinského parku a obory (krajinárske úpravy). Na druhej strane v Bielych Karpatoch prevládajú plošné prvky vzniknuté kombináciou výsadby i spontánného šírenia. Väčšinou ide o zarastené bývalé sady alebo porasty na hraniciach pozemkov. Prevaha kombinovaných drevinových línii na Kutnohorsku je zase spôsobená prvotne vysadenými alejami a stromoradiami pozdĺž ciest, ktoré sú postupne doplnené náletmi drevín z okolia. Z Obr. 6d jednoznačne vyplýva, že v modelovom území na Kutnohorsku majú geograficky nepôvodné dreviny logicky väčšie zastúpenie ako v Bielych Karpatoch.

Obr. 6 Zastúpenie nelesnej drevinovej vegetácie v modelovom území Biele Karpaty a Kutnohorsko

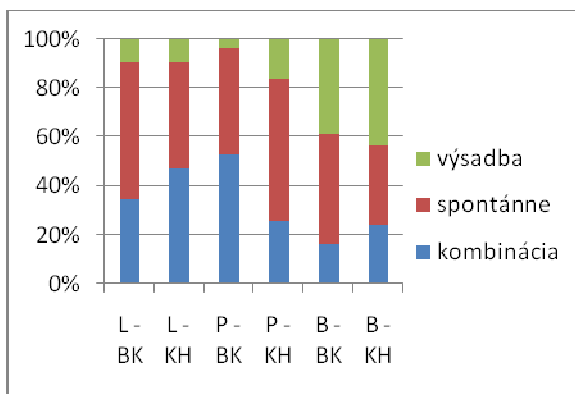
a) formácia



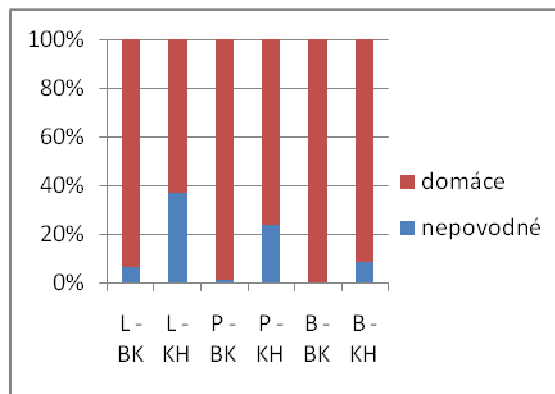
b) zápoj



c) príčina výskytu



d) pôvodnosť drevín



Poznámka: L - líniový prvok, P - plošný prvok, B - bodový prvok, BK - Biele Karpaty, KH - Kutnohorsko

Druhové zloženie NDV je pestrejšie na Kutnohorsku z dôvodu prítomnosti geograficky nepôvodných druhov vysádzaných pozdĺž významnejších dopravných trás (pagaštan konský – *Aesculus hippocastanum*, imelovník biely – *Symphoricarpos albus*, javor jaseňolistý – *Acer negundo*, svíb biely – *Cornus alba*, tavolníky – *Spiraea sp.*) alebo spontánne sa šíriacich z intravilánu obcí do

voľnej krajiny (orgován obyčajný – *Syringa vulgaris*, agát biely – *Robinia pseudoacacia*, dub červený – *Quercus rubra*). V Bielych Karpatoch bol zaznamenaný výskyt agátu bieleho a orgovánu obyčajného pri cestných komunikáciách alebo v blízkosti sídla, avšak v minimálnom počte. Z hľadiska skladby domácich druhov sa líšia minimálne.

Analýza vzťahu nelesnej drevinovej vegetácie k prírodným a sociálno-ekonomickým podmienkam

V záujmovom území na Kutnohorsku bol zisťovaný vzťah NDV k biochorám ako zástupcom prírodných pomerov, ktoré korešpondujú s rozmiestnením pôdných typov v území. Líniová vegetácia sa viaže najviac na roviny na sprašiach (2RE – korešponduje s černozeou) a spolu s plošnými a bodovými prvkami na aluviálne roviny (2Nh – korešponduje s fluvizemou a černicou). Väzbu NDV na pôdne typy, predovšetkým fluvizem a černicu potvrdili i výsledky z územia v Bielych Karpatoch, rovnako ako aj najnižšie zastúpenie NDV na kambizemi. Obdobou vrstvy biochor je na Slovensku vrstva typov abiotických komplexov (Miklós, Hrnčiarová 2002), avšak v hrubom rozlíšení (mierka 1:500 000). V záujmovom území v Bielych Karpatoch sú preto zastúpené len dva typy abiotických komplexov, ktoré sa vyznačujú minimálnymi rozdielmi.

V území v Bielych Karpatoch bola zistená štatisticky významná závislosť plošného rozmiestnenia NDV od nadmorskej výšky, sklonu svahov a vzdialenosti od sídla. Závislosť NDV od týchto parametrov sa na Kutnohorsku nesledovali, pretože ide o prevažne rovinaté územie s maximálnou amplitúdou nadmorských výšok 100 m.

Z hľadiska krajinej pokrývky (CORINE Land Cover) sa NDV v oboch záujmových územiach viaže predovšetkým na extenzívne využívané krajinné typy – prevažne poľnohospodárska krajina s vysokým podielom prirodzenej vegetácie (Kutnohorsko – 3,3 ha/km²; Biele Karpaty – 4,2 ha/km²), trvalé trávne porasty (Kutnohorsko – 2,6 ha/km²; Biele Karpaty – 4,4 ha/km²), mozaika polí, lúk a pastvín (Biele Karpaty – 8,0 ha/km²) a športové a voľno-časové plochy (Kutnohorsko – 2,3 ha/km²), ktorými sa v tomto prípade myslí parková časť zámku Kačina.

Zo sociálno-ekonomických faktorov bolo zaujímavé zistiť, či územia chránené zo zákona (krajinná pamiatková zóna, chránená krajinná oblasť) prispievajú k vyššiemu zastúpeniu NDV v krajine ako časti záujmovej oblasti bez územnej ochrany. Na Kutnohorsku sa potvrdilo dvojnásobne vyššie zastúpenie bodovej a plošnej vegetácie v krajinej pamiatkovej zóne ako v ostatnom území mimo nej. To však neplatí v prípade líniovej NDV, ktorá má naopak vyšší podiel mimo chránené územie. V území v Bielych Karpatoch je zastúpenie NDV mimo chránené územie jednoznačne vyššie vo všetkých troch kategóriách. Rozdiely v plošnom zastúpení NDV v chránenom území a mimo neho boli testované pomocou Kruskal-Wallisovho testu. Rozdiely sú signifikantné v oboch územiach. Z výsledkov však vyplýva, že v prípade územia v Bielych Karpatoch neplatí predpoklad, že by územná ochrana zo zákona prispievala k vyššiemu podielu NDV v krajine.

V území na Kutnohorsku sa potvrdil vplyv prítomnosti NDV v krajine na jej ráz. Podľa krajinárskeho hodnotenia Terplanu (Muranský 1975) väčšina záujmového územia (s výnimkou západnej časti okolo Hlízova) spadá do harmonického typu krajiny, ktorý je charakterizovaný vyrovnaným vzťahom a estetickou rovnováhou medzi prírodou a človekom. Zvýšená krajinná hodnota prírodnej povahy bola identifikovaná v severnej časti územia – v nive rieky Labe (zvýšky riečnych ramien s lužným lesom a mokkými lúkami). Výsledky práce poukazujú na to, že sa NDV najviac uplatňuje v krajinných priestoroch so zvýšenou krajinárskou hodnotou (definícia podľa Muranského 1975), ktorými sú v tomto prípade komponované krajiny s pozostatkami krajinárskych úprav z obdobia feudálneho hospodárenia v krajine, krajiny s vyšším podielom drevinovej vegetácie (parky, obory, lesy, NDV) a trávnych porastov či s vyšším zastúpením vodných prvkov (rybníky, jazerá, mŕtve ramená, mokrade, prirodzené vodné toky). V území na Kutnohorsku ide o krajinné priestory

okolo zámku Kačina, Žehušickej obory, v nive rieky Labe, dolnej Doubravy a Klejnárky (krajinné priestory vid'. Lipský a kol. 2013).

Zhodnotenie historického vývoja nelesnej drevinovej vegetácie (krajinnno-ekologická analýza)

Rozdielny historický vývoj záujmových území v priebehu posledných 65 rokov vyplývajúci z fyzicko-geografických a sociálno-ekonomických podmienok spôsobil rozdielne zmeny vo vzájomných priestorových vzťahoch NDV v krajine. Na druhej strane vývojové trendy z hľadiska krajinskej mikroštruktúry prebiehali v oboch územiach podobne – celkové zníženie výmery NDV vo všetkých troch kategóriách (Tab. 6), pokles v počte prvkov a hustote okrajov, nárast v priemernej veľkosti prvkov (Tab. 7). Výsledky Kruskal-Wallisovho testu navyše preukázali signifikantné rozdiely v ploche NDV medzi rokom 1950 a súčasnosťou v oboch záujmových územiach (Tab. 6). Výnimku tvoria len bodové prvky v území na Kutnohorsku, kde rozdiel v ich ploche nie je štatisticky významný ($p < 0,05$).

Tab. 6 Plošná zmena nelesnej drevinovej vegetácie v období 1950 až súčasnosť v modelovom území na Kutnohorsku a v Bielych Karpatoch

	Kutnohorsko (1950/2010)			Biele Karpaty (1950/2011)		
	m ²	%	p	m ²	%	p
Plošná	-6 435	-6,5	0,0001	-213 629	-52,8	0,0001
Líniová	-31 698	-4,0	0,0001	-321 911	-22,1	0,0001
Bodová	-3 669	-17,5	0,7418	-105 225	-86,1	0,0001
Spolu	-41 801	-4,5	0,0353	-640 845	-32,3	0,0001

Tab. 7 Vývoj krajinskej mikroštruktúry z hľadiska nelesnej drevinovej vegetácie v modelovom území Biele Karpaty (BK) a Kutnohorsko (KH) v rokoch 1950–2011

	Rok	Celkový podiel (%)		Počet prvkov /veľkosť územia (km ²)		Priemerná veľkosť prvkov (m ²)		Hustota okrajov (m/ha)		Priemerná vzdialenosť od najbližšieho suseda	
		BK	KH	BK	KH	BK	KH	BK	KH	BK	KH
Líniová	1950	2,8	1,3	23	13	1232	1060	59	55	26	32
	1986	1,9	-	18	-	1075	-	40	-	35	-
	2011	2,2	1,3	12	7	1804	1735	39	44	40	38
Plošná	1950	0,8	0,2	26	3	300	507	18	3	49	139
	1986	0,5	-	18	-	263	-	11	-	57	-
	2011	0,4	0,2	13	2	293	722	8	2	77	158
Bodová	1950	0,2	0,03	75	8	32	43	15	2	29	95
	1986	0,1	-	31	-	28	-	6	-	42	-
	2011	0,03	0,03	10	6	32	48	2	1	79	113
Spolu	1950	3,9	1,5	125	26	309	646	92	59	33	67
	1986	2,5	-	66	-	373	-	57	-	44	-
	2011	2,6	1,5	35	15	742	953	48	47	65	83

Odlišný vývoj nastáva v celkovom zastúpení NDV, kde podiel NDV v Bielych Karpatoch klesá a v území na Kutnohorsku zostáva konštantný (Tab. 7). Napriek tomu je plošné zastúpenie NDV v území v Bielych Karpatoch v súčasnosti takmer dvojnásobné, čo je dané charakterom územia. Výnimku tvoria bodové prvky, ktorých plošný podiel sa v súčasnosti v záujmových územiach

vyrovnal. Na Kutnohorsku je táto hodnota udržiavaná vďaka prítomnosti zachovanej komponovanej krajiny chránenej ako krajinná pamiatková zóna.

Priemerná veľkosť prvkov v území na Kutnohorsku rastie vo všetkých troch kategóriách NDV, pričom ich počet klesá. Výsledkom je menšia hustota drobných vegetačných prvkov v krajine, dôležitých pre jej optimálne fungovanie, ekologickú stabilitu a v konečnom dôsledku i pre krajinný ráz. Je nutné upozorniť na veľké rozdiely medzi časťami komponovanej krajiny (zámocké parky a obory), riečnych nív Doubravy, Klejnárky a Labe s vyšším zastúpením vegetačných štruktúr a ostatným územím. Naproti tomu priemerná veľkosť prvkov NDV v Bielych Karpatoch rastie v sledovanom období len u líniových porastov (brehové porasty, sprievodná vegetácia). Tieto hodnoty sa v oboch územiach takmer vyrovnali. Razantný pokles prvkov NDV v Bielych Karpatoch zapríčinili pozemkové úpravy a intenzifikácia poľnohospodárskej výroby na jednej strane a súčasne opúšťanie a zarastanie krajiny na strane druhej (Tab. 7).

Relatívna dĺžka líniových prvkov v území na Kutnohorsku klesla z 2,7 km/km² (1950) na 2,2 km/km² (2011). Avšak väčší pokles bol zaznamenaný v území v Bielych Karpatoch – z 2,8 (1950) na 1,8 km/km² (2011). Obidve územia vychádzali z rovnakého stavu, zánik líniovej zelene však postihol viac vrchovinnú oblasť. Príčinou je veľkoplošná likvidácia brehových porastov ako sprievodný jav napriamovania a skracovania korýt vodných tokov v území a odstránenie líniových porastov na hranici pozemkov.

V dôsledku skrátenia líniových porastov ako aj poklesu hustoty prvkov v krajine (počet na 1 km²) nastal súčasne nárast priemernej vzdialenosti od najbližšieho suseda. Táto hodnota rastie v oboch územiach vo všetkých kategóriách NDV (Tab. 7). Avšak výraznejší nárast medzi rokom 1950 a 2011 bol zaznamenaný na slovenskej strane. Pri bodových prvkoch je dokonca viac ako dvojnásobný a pri celkovej NDV dvojnásobný. Index priemernej vzdialenosti od najbližšieho suseda predstavuje jednoduché vyjadrenie miery izolovanosti polygónov. Uvažuje však len o vzdialenosti medzi polygónmi rovnakého typu a nezohľadňuje ich veľkosť. Výsledné hodnoty sú preto len orientačné.

Zhodnotenie vplyvu dotačných politík Českej a Slovenskej republiky na vývoj a aktuálny stav nelesnej drevinovej vegetácie

S cieľom zistiť rozdiely vo vývoji nelesnej drevinovej vegetácie medzi Českou a Slovenskou republikou z hľadiska prístupov v dotačnej politike a manažmentových opatrení boli porovnané dve priľahlé oblasti v Bielych Karpatoch. I keď sú vybrané územia relatívne homogénne z hľadiska fyzicko-geografických podmienok a historického vývoja, existujú medzi nimi rozdiely v oblasti sociálneho vývoja. Kým slovenskú časť charakterizuje rozptýlené osídlenie, dlhodobý pokles obyvateľstva v dôsledku starnutia populácie a zmena trvale obývaných domov na rekreačne využívané (opúšťanie krajiny), česká strana sa vyznačuje súvislou zástavbou a miernejším poklesom populácie. To sa odzrkadlilo i vo vývoji NDV v oboch územiach, ktorý vykazuje odlišný priebeh (predovšetkým v prípade bodových prvkov). Napriek tejto skutočnosti sa všeobecné trendy vo vývoji krajiny štruktúry nevymykajú trendom zaznamenaných v celoeurópskom kontexte. Avšak socialistická kolektivizácia, ako potvrdili mnohé štúdie z centrálnej a východnej Európy (Takács-György et al. 2007; Skaloš, Engstová 2010; Lieskovský et al. 2014) vrátane tejto, zanechala v krajine výraznejšie stopy v porovnaní so Západom.

Z manažmentových opatrení, ktoré sa dotýkajú NDV, sa na slovenskom území uplatňuje prevažne kosenie a pastva, ktorých druhoradým účinkom je i údržba NDV (zamedzenie sukcesnému šíreniu drevín). Na českej strane sa v posledných rokoch okrem pastvy a kosenia aplikujú i opatrenia vedúce priamo k obnove NDV v krajine (odstránenie náletu, výsadba nových stromov). Rozdiely v dotačnej politike spočívajú hlavne v množstve a charaktere štátnych dotačných titulov. V prípade

európskych dotačných programov sa uplatňujú na žiadateľov jednotné kritériá na získanie dotácie platiace pre celú EÚ. Pre malých farmárov, ktorí významne prispievajú k udržateľnosti vidieka (Shmuchsmith, Rønningen 2011), sú však nedosiahnuteľné, pretože ich nespĺňajú (Bezák, Mitchley 2014). Výsledky práce tiež potvrdzujú, že súčasná Spoločná poľnohospodárska politika na Slovensku je pre podhorské oblasti nevhodne nastavená, pretože nerešpektuje lokálne ekologické a sociálne podmienky (Bezák, Mitchley 2014).

Na záver možno konštatovať, že výsledky dizertačnej práce potvrdili pracovné hypotézy stanovené na začiatku práce. Porovnaním záujmových území na Kutnohorsku a v Bielych Karpatoch boli zistené rozdiely v aktuálnom charaktere NDV, ako aj vo vývoji jej plošného zastúpenia a priestorových vzťahov. Tieto rozdiely sú spôsobené odlišnými fyzicko-geografickými podmienkami území a historickým vývojom.

Existuje vzťah medzi plošným zastúpením NDV a prírodnými a sociálno-ekonomickými podmienkami územia. Štatisticky významná závislosť sa preukázala medzi NDV a nadmorskou výškou, sklonom svahu, pôdnymi typmi, vzdialenosťou od sídla a krajinou pokrývkou.

Rozdiely medzi modelovými územiami v Bielych Karpatoch vo vývoji plošného zastúpenia NDV a krajinnej mikroštruktúry boli minimálne (s výnimkou bodových prvkov). Predpoklad rozdielov vychádzal z rozdelenia bývalého Československa na dva štáty, odlišných manažmentových prístupov v oblasti ochrany prírody a krajiny, z rozdielneho charakteru osídlenia a sociálneho vývoja. Napriek tomu, že od vzniku Českej a Slovenskej republiky ubehlo viac ako 20 rokov, rozdiely medzi štátmi (v dotačnej politike, manažmentových prístupoch atď.) sa v krajine vybraných území výraznejšie neprejavili.

9. POUŽITÁ LITERATÚRA

- BARR, C. J., BUNCE, R. G. H., CLARKE, R. T., FULLER, R. M., FURSE, M. T., GILLESPIE, M. K. et al. (1993): Countryside Survey 1990: Main Report (Vol. 2). London.
- BEZÁK, P., MITCHLEY J. (2014): Drivers of change in mountain farming in Slovakia: from socialist collectivization to the Common Agricultural Policy. *Regional Environmental Change*, 14, s. 1343-1356.
- HAINES-YOUNG R.H., BARR C.J., BLACK H.I.J., BRIGGS D.J., BUNCE R.G.H., CLARKE R.T., COOPER A. DAWSON F.H., FIRBANK L.G., FULLER R.M., FURSE M.T., GILLESPIE M.K. et al. (2000): Accounting for nature: assessing habitats in the UK countryside. Countryside Survey 2000. DETR, London.
- LIESKOVSKÝ, J., KENDERESSY, P., ŠPULEROVÁ, J., LIESKOVSKÝ, T., KOLEDA, P., KIENAST, F., GIMMI, U. (2014): Factors affecting the persistence of traditional agricultural landscapes in Slovakia during collectivization of agriculture. *Landscape Ecology*, 29, s. 867-877.
- LIPSKÝ, Z., WEBER, M., STROBLOVÁ, L. a kol. (2013): Současnost a vize krajiny Novodvorská a Žehušicka ve středních Čechách. Karolinum, Praha, 408 s.
- MACHOVEC, J. (1994): Rozptýlená zeleň v krajině. Vysoká škola zemědělská v Brně, ÚKE, Brno, 8 s.
- MIKLÓS, L., HRNČIAROVÁ, T. (Eds.) (2002): Atlas krajiny Slovenskej Republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica.
- MOLDAN, B. et al. (1990): Environment of the Czech Republic: translation of the "Blue book". Ekocentrum, Brno, 315 s.
- MURANSKÝ, S. a kol. (1975): Územní průmět vybraných prvků krajiny – Hlavní město Praha – Středočeský kraj. Terplan – Státní ústav pro územní plánování, Praha.
- PELLANTOVÁ, J. a kol. (1994): Metodika mapování krajiny. MŽP, Praha, 46 s.
- PLIENINGER, T., SCHLEYER, CH., MANTEL, M., HOSTERT, P. (2012): Is there a forest transition outside forests? Trajectories of farm trees and effects on ecosystem services in an agricultural landscape in Eastern Germany. *Land Use Policy*, 29, s. 233-243.
- SHMUCHSMITH, M., RØNNINGEN, K. (2011) The uplands after neoliberalism? - the role of the small farm in rural sustainability. *Journal of Rural Studies*, 27, s. 1-13.
- SKALOŠ, J., ENGSTOVÁ, E. (2010): Methodology for mapping non-forest wood elements using historic cadastral maps and aerial photographs as a basis for management. *Journal of Environmental Management*, 91, s. 831-843.
- SLÁVIKOVÁ, D. (1987): Ochrana rozptýlenej zelene v krajine. Metodicko-námetová príručka č. 9. ÚV Slovenského zväzu ochrancov prírody a krajiny, Bratislava, 130 s.
- TAKÁCS-GYÖRGY, K., BANDLEROVA, A., SADOWSKI, A. (2007): Land Use and Land Reform in Former Central and East European Countries. Corvinus University of Budapest, s. 1-13.
- VANÍČEK, V. (1985): Sociologický přístup k řešení krajinných agrostruktur. Sborník referátů, DT ČSVTS, Pardubice, s. 3-7.

10. PRÍLOHY

PRÍLOHA 1 – UKÁŽKA ZÁZNAMU Z TERÉNNÉHO MAPOVANIA

PRÍLOHA 2 – ORTOREKTIFIKOVANÉ HISTORICKÉ LETECKÉ SNÍMKY